<36632150970010

Mikroskopische Untersuchungen.

Ausgeführt im Laboratorium

für

Mikroskopie und technische Waarenkunde

am

k. k. polytechnischen Institute in Wien.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Julius Wiesner.

Mit 19 Holzschnitten.

Stuttgart.

Julius Maier.

1872.

K. Hofbuchdruckerei Zu Guttenberg (Carl Grüninger).

Vorwort.

Ich übergebe hiermit eine kleine Reihe wissenschaftlicher Arbeiten der Oeffentlichkeit, welche im Laboratorium für Mikroskopie und technische Waarenkunde am k. k. polytechnischen Institute, in der Zeit vom Sommersemester 1868 bis (incl.) zum Wintersemester 1870/71 theils von meinen Schülern, theils von mir ausgeführt wurden.

Mehrere der hier veröffentlichten Arbeiten wurden schon in Form vorläufiger Mittheilungen in Kurzem dem wissenschaftlichen und technischen Publikum bekannt gegeben, einige derselben erscheinen hier zum erstenmale, und nur wenige sind ein bloßer Abdruck früherer Veröffentlichungen. Die letzteren sind in die vorliegende Sammlung nur aufgenommen worden, um im Vereine mit den übrigen Abhandlungen der vorliegenden Sammlung und einer anderen größeren Arbeit, nämlich mit einer monographischen Bearbeitung der technisch verwendeten Gummiarten, Harze und Balsame, [1]) bei welcher ich vielfach von meinen Schülern unterstützt wurde, ein Bild von der Thätigkeit zu geben, welche in dem bezeichneten Zeitraume in dem genannten Laboratorium, das kein selbstständiges Institut ist, sondern aus meinem eigenen Antriebe zur zeitgemäßen Vervollständigung der Waarensammlung des k. k. polyt. Institutes gegründet wurde, und deßhalb keine eigenen, und überhaupt nur geringe Mittel besitzt, entfaltet wurde.

Die vorliegenden Arbeiten zerfallen in zwei Kategorien. Die einen (Abschnitt I—III) gehören in's Gebiet der technischen Rohstofflehre, die anderen (Abschnitt IV) beziehen sich auf die in neuerer Zeit so oft in Untersuchung genommenen Fermentorganismen. Die hier folgenden Arbeiten der letzten Kategorie haben eine rein theoretische Bedeutung, und wird ihnen wohl kaum

---

[1]) Erlangen, bei Encke, 1869.

abgesprochen werden können, einen Beitrag zur Kenntniß dieser merkwürdigen Organismen zu bilden. Die Abhandlungen der ersten Kategorie haben hingegen einen praktischen Zweck. Sie beschäftigen sich mit einer Reihe von technisch verwendeten Rohstoffen des Pflanzen- und zum Theil auch des Thierreiches, die man bis jetzt wohl nicht mit solcher wissenschaftlichen Schärfe, als es hier versucht wurde, bearbeitete, und sind als eine Fortsetzung jener Untersuchungen anzusehen, welche ich in meiner: „Einleitung in die technische Mikroskopie" [1]) niederlegte.

Mariabrunn bei Wien, am 1. September 1871.

Julius Wiesner.

[1]) Wien, bei Braumüller, 1867.

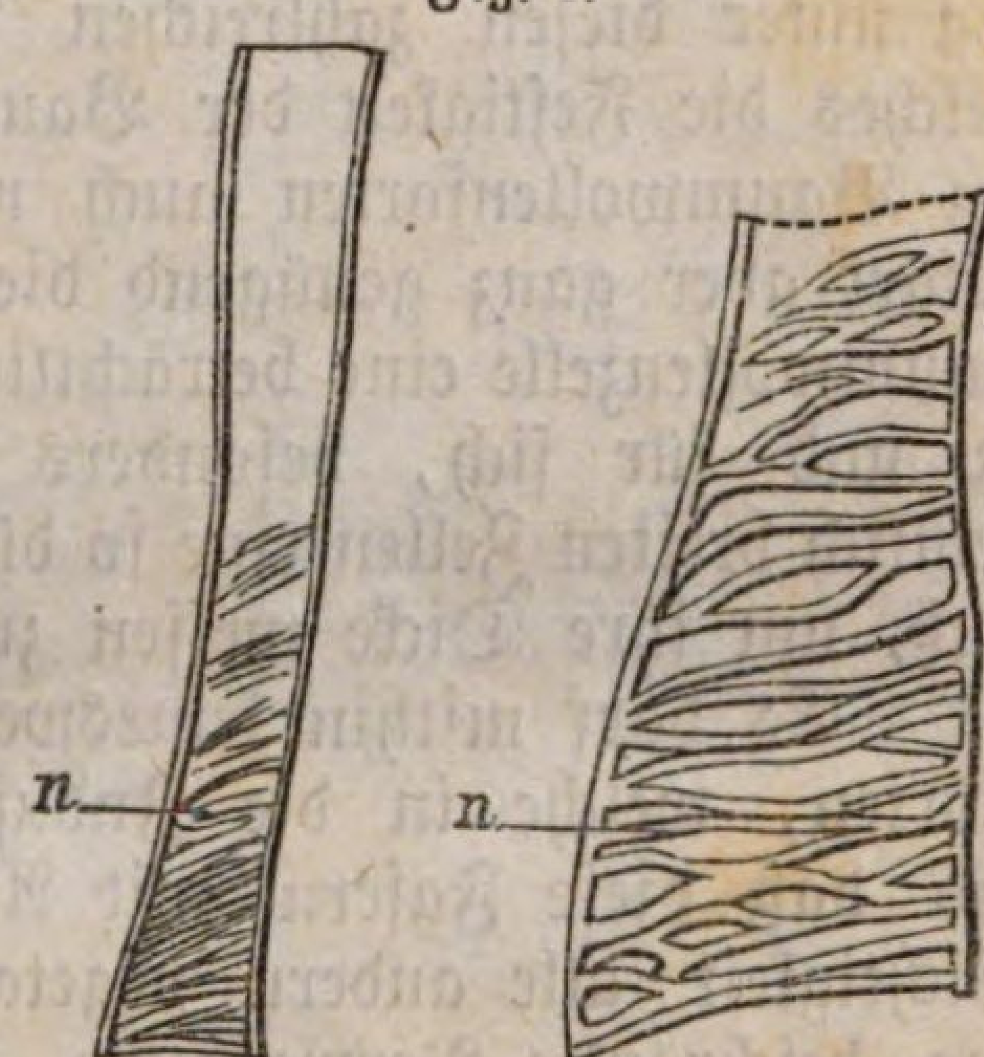
Erster Abschnitt. Fasern.

Beiträge zur nähern Kenntniß der Baumwolle und einiger anderer technisch verwendeter Samenhaare.

Von J. Wiesner.

So zahlreich die Pflanzenarten sind, deren Bast (Dicotylen) oder deren Gefäßbündel (Monocotylen) eine technisch verwendete Faser liefert, so gering ist die Zahl von Pflanzen, deren Samenhaare eine derartige Verwendung finden.[1] Es gibt nun allerdings nur verhältnißmäßig wenig Gewächse, welche Samenhaare tragen, während fast alle Blüthenpflanzen in ihren Gefäßbündeln abscheidbare Fasern führen. Aber immerhin ist die Zahl der ersteren eine ziemlich beträchtliche; zudem haben die Samenhaare wegen ihrer Feinheit, Länge und ihrem Glanze ein ungemein bestechendes Aussehen. Es darf deßhalb nicht Wunder nehmen, daß eine lange Reihe von Versuchen, Pflanzenhaare zum Spinnen, Weben und in der Papierfabrikation zu verwerthen, bereits angestellt wurde.

Fig. 1.



Es ist hier nicht der Ort, alle die Versuche mitzutheilen, welche bis jetzt schon angestellt worden sind, um Samenhaare der Industrie zuzuführen. Einige hervortretendere Beispiele werden genügen, um das Bestreben, diese Faserstoffe nutzbar zu machen, zu kennzeichnen.

Zur Zeit, als die Baumwolle in Europa bekannter wurde (Mitte des vorigen Jahrhunderts), hat man sehr zahlreiche Versuche gemacht, um auch die Samenhaare unserer einheimischen Gewächse ähnlich wie jene Faser zu verwerthen. Es wurden Versuche angestellt mit mehreren Arten von Weiden (einer derselben hat man sogar den Namen der Baumwollenweide beigelegt), von Wollgras (Eriophorum), Weidenröschen (Epilobium), Rohrkolben (Typha), und anderen bei uns wildwachsenden Pflanzen.[2] Versuche, aus der seit langer Zeit in unseren Gärten gezogenen Asclepias syriaca L. eine Faser zu gewinnen, sind besonders oft unternommen worden. Zu allererst dürfte wohl Gleditsch durch die seidenartigen Samenhaare dieser Pflanze verlockt worden

---

[1]) Die technisch verwendeten Pflanzenfasern sind fast immer nur entweder Samenhaare oder Gefäßbündelgewebe (Gefäßbündel des Stammes, oder der Blätter monocotyler, oder der Basttheil des Gefäßbündels dicotyler Gewächse). Nur äußerst selten können andere Pflanzentheile als „Fasern" in Verwendung genommen werden. So z. B. die gespaltenen Blätter mehrerer Raphia-Arten, die zerrissenen Blätter vom Espartograse, als sparte filé zu Seilerarbeiten in Frankreich verwendet, die Haarbekleidung der Stengel und Blattstiele von mehreren Cibotium-Arten, welche auf Sumatra wie die Bombax-Wolle verwendet wird. (Vgl. Miquel, Sumatra p. 74 ffd.)

[2]) Vgl. hierüber G. R. Böhmer. Technische Geschichte der Pflanzen. Leipzig 1794.

sein, mit ihr zu experimentiren (1746 bis 1748).[1]) Trotz der ungünstigen Ergebnisse, welche dieser ausgezeichnete Botaniker erhielt, schleppen sich doch die weiteren Versuche mit der syrischen Seidenpflanze durch mehr als ein Jahrhundert fort. Noch vor kaum mehr als einem Jahrzehent wurden in Rußland noch ausgedehnte Anpflanzungen dieses Gewächses durchgeführt, um dessen Nutzbarkeit als Textilpflanze zu erproben. Aber man erhielt ein Resultat, welches alle diejenigen beherzigen mögen, welche vielleicht nochmals Lust verspüren, sich dieser Pflanze anzunehmen. Die Fasern ließen sich nicht als solche verspinnen; mit Baumwolle versponnen, fiel sie beim Waschen aus dem Gewebe heraus; nicht einmal zu Schießwolle eignet sie sich, ihres beträchtlichen Gehalts an Mineralbestandtheilen wegen.[2]) Ueber die zahlreichen Samenhaare, welche man noch jetzt in die Industrie einzuführen sich bestrebt, hat die letzte Pariser Ausstellung, besonders aber die Abtheilung der französischen Kolonien ein lebhaftes Bild gegeben; sie stammen zumeist von tropischen und subtropischen Pflanzen aus den Familien der Asclepiadeen und Apocyneen.[3])

Wenn man all' die genannten Faserstoffe etwas genauer untersucht, so findet man, daß außer ihrem wirklich schönen Aussehen, sich ihnen nicht viel Gutes nachsagen läßt. Viele derselben sind zum Verspinnen zu kurz und fast allen gebricht es an der nöthigen Festigkeit. Es ist gewiß höchst merkwürdig, daß unter diesen zahlreichen Arten von Samenhaaren kein einziges existirt, welches die Festigkeit der Baumwolle besäße, oder in Betreff dieser Eigenschaft den Baumwollensorten auch nur nahekäme. Die Morphologie dieser Fasern erklärt aber ganz genügend diesen Mangel an Festigkeit. Während nämlich die Baumwollenzelle eine beträchtliche Wanddicke hat[4]), ist die Zellwand jener Haare an und für sich, besonders aber im Vergleiche zum Durchmesser der meist ziemlich breiten Zellen eine so dünne, daß man zu stärkeren Vergrößerungen greifen muß, um ihre Dicke messen zu können.

Es darf mithin keineswegs befremden, daß die Zahl von Samenhaaren-Sorten, welche in die Industrie Eingang gefunden haben, eine geringe ist, und daß diese Fasern mit Ausnahme der Baumwolle, welche bekanntlich an Wichtigkeit alle andern vegetabilischen Gespinnst-Fasern weit überragt, nur eine beschränkte Verwendung finden. — Folgende Samenhaarsorten haben in die Gewerbe Eingang gefunden.

1) Wolle der Wollbäume. (Bombax.) Als Watte und Polstermateriale.[5]) Als solche und mit Baumwolle gemengt zum Verspinnen.[6])

2) Vegetabilische Seide. (Soie vegétale v. Soyeuse.) Zu Gespinnsten.[7])

3) Samenwolle der Rohrkolben. Die Wolle dieser Pflanzen, welche eine Verbreitung wie nur wenige phanerogame Pflanzen aufweisen, wird in

---

1) Böhmer l. c. I. p. 582.

2) Vgl. H. Meitzen: Ueber die Faser von Asc. syr. Inaug. Diss. Göttingen 1862.

3) S. Catalogue des colon. franç. Exp. univers. Paris 1867.

4) Die Zellwand des Baumwollenhaares hat eine höchst verschiedene Dicke. Nur selten ist in Folge starker Verdickung das Lumen so weit verschwunden, daß es blos als dunkle Linie erscheint. Gewöhnlich beträgt der Durchmesser des Zell-Lumens $^1/_4$—$^2/_3$ des Zelldurchmesses. Wiesner, Einleitung in die technische Mikroskopie p. 99.

5) Catal. des Col. fr. l. c. p. 84 und 85.

6) Schedel. Waarenlexikon I. p. 60 und Grothe's Artikel über Textilindustrie in: Muspratt's Chemie 2c. 2te Aufl. V. Bd. p. 132.

7) Grothe l. c. p. 134.

Europa, Indien, auf Reunion [1]) u. s. w. als Polstermateriale verwenden. In Spanien und anderen Ländern soll die Samenwolle von Typha angustifolia auch zu Gespinnsten und Geweben benützt werden, [2]) was aber in Anbetracht ihrer Textur wenig glaubhaft erscheint.

Da über die genannten Samenhaare noch keine oder doch nur sehr oberflächliche mikroskopische Untersuchungen vorliegen, die morphologischen Kennzeichen aber bei diesen, wie überhaupt allen Pflanzenfasern die einzigen Handhaben zu ihrer Erkennung darbieten, habe ich diese Untersuchungen unternommen, bei welchen ich mehrfach durch stud. Nic. Glaß unterstützt wurde. — Da auch die morphologischen Verhältnisse der Baumwolle noch nicht genügend festgestellt sind und ich brauchbares und authentisches Untersuchungsmaterial zu erwerben Gelegenheit hatte, so stellte ich auch über diese Fasern zahlreiche Beobachtungen an, deren Resultate dieser Abhandlung beigegeben sind.

1) Wolle der Wollbäume.

Die Kapsel aller Bombaceen ist mit einer die Samen umhüllenden Wolle erfüllt. Diese Wolle wird von Arten der Gattungen Bombax, Eriodendron, Cochlospermum und Chorisia abgeschieden. Es werden folgende Species dieser Gattungen als wolleliefernd bezeichnet.

1) Bombax Ceiba L. (= B. quinatum Jacq.) Südamerika und Westindien.
2) B. heptaphyllum L. (= B. septenatum Jacq.) Südamerika, Westindien.
3) B. malabaricum Roxb. Indien, auch Réunion. [3])
4) Eriodendron anfractuosum D. C. (= Bombax pentandrum L. = Gossampinus alba Hamlt.) Indien, Java, Sumatra.
5) Cochlospermum gossypium D. C. (Bombax grandiflorum Sonner.) Indien.
6) Ochroma lagopus Sw. (= Bombax pyramidale Cav.) Martinique und Guadaloupe.
7) Chorisia crispifolia Kth? Brasilien.
8) Chorisia speciosa. St. Hil.

Eine ausgedehntere Verwendung, auch in der europäischen Industrie finden bloß: die Wollen von Bombax Ceiba, malabaricum und heptaphyllum, von Eriodendron anfractuosum und Ochroma lagopus. [4])

Die Wolle aller Bombaxarten hat einen stark seidigen Glanz und unterscheidet sich hierin und in der Feinheit und leichten Zerreißbarkeit der Fasern schon ohne jede weitere genauere Untersuchung von der Baumwolle. Ich kann Grothe [5]) nicht bestimmen, wenn er sagt, die Bombaxwolle sei der Baumwolle „sehr ähnlich."

Die Bombaxwolle ist nur selten völlig rein weiß, sondern meist etwas gelblich, manchmal sogar tief bräunlich, oder graubraun. Die gebliche Farbe

---

[1]) Hier „masette" genannt. Vgl. Catal. des col. franç.

[2]) Grothe l. c. p. 132.

[3]) Catalogue des Col. fr. p. 85.

[4]) Die in jüngster Zeit oft genannten „Pflanzendaune," die u. a. von L. H. Schulz in Dresden in den Handel gesetzt wird, sind nach meiner Untersuchung nichts als Bombaceenwolle.

[5]) Grothe, l. c. p. 132.

wird durch einen Farbestoff bedingt, welcher in der Zellenmembran seinen Sitz hat. An graubrauner Wolle habe ich die Beobachtung gemacht, daß sie mikroskopisch in allem mit der braunen übereinstimmt bis auf zarte Pilzfäden, welche die Wände vieler Zellen von innen her belegen. Aufbewahrung in feuchten Räumen ist die Ursache dieser Pilzwucherungen.

Die Farbe ist kein sicheres Unterscheidungsmerkmal für die Arten der Bombaxwollen, da keine Sorte existirt, die völlig frei von Farbstoff ist, und an einzelnen Species Uebergänge von lichtgelb bis zum tiefen fuchsbraun auftreten.

Die Wollhaare aller Bombaxarten sind fast immer nur einzelne Zellen von langgestreckter conischer Gestalt. Nur sehr selten fand ich an diesen Wollhaaren mitten durch die Zelle eine auf die äußere Wand senkrecht stehende Querwand durchgehen. Manchmal sind also die Samenhaare der Bombaxarten zweizellig, was bei Gossypium bis jetzt nie noch beobachtet wurde. Die Basis der Zellen erscheint entweder etwas angeschwollen oder zusammengeschnürt, nur selten ist die Zelle bis an's untere Ende genau conisch, das obere Ende der Zelle ist entweder eine ganz lang und regelmäßig ausgezogene Spitze oder hat eine unregelmäßige kolbenförmige Gestalt. Abgesehen von den beiden Enden der Haare, ist jedes derselben im übrigen Verlaufe ganz regelmäßig kegelförmig. Die Länge der Wollhaare schwankt zwischen 1—3 Centimeter. Die Mehrzahl der Haare von Bombax Ceiba hat eine Länge von 1—1·5, die von Bomb. malabaricum von 1—2, endlich die von B. heptaphyllum von 2—3 Centimeter. Im großen Ganzen hat also die letztgenannte die längste aber auch die relativ stärkste Faser; sie ist es auch, welche von den Bombaxarten zum Verspinnen am tauglichsten befunden wurde und hiezu auch am häufigsten verwendet werden soll.[1]) — Der größte Durchmesser der einzelnen Haare schwankt zwischen 0·019—0·043 meist jedoch zwischen engeren Grenzen, nämlich zwischen 0·021—0.029 Millim. — Die Wanddicke ist eine sehr geringe. Meist beträgt sie nur 0·0013 Millim. — Die stark entwickelte Cuticula erscheint fast immer völlig structurlos. Hin und wieder schien es mir, als zeigte sie eine feine, der Axe parallele Streifung. — Hingegen zeigt jedes Wollhaar von Bombax an einzelnen Stellen eine klar ausgesprochene Structur. An der Basis jeder Zelle erscheint nämlich die Zellwand bei 200—300maliger Vergrößerung zart ringfaserig. Betrachtet man aber diese Stellen bei sehr starken Vergrößerungen (Hartnack. Immersionssystem Nr. 11.), so stellt es sich heraus, daß die Zellwand an dieser Stelle netzförmig verdickt ist (Fig. 1 n). Diese Structur ist manchmal auch an der Spitze des Haars, zuweilen auch an irgend einer andern Stelle desselben klar ausgeprägt. — Die unverletzten Haare der Bombaxarten sind geradegestreckt. Nie ist die Zelle, wie dies die Baumwollenhaare fast ausnahmslos zeigen, schraubig um sich gedreht. Knickstellen, die Wand stets nur quer durchsetzend, kommen häufiger vor. Die Zellen dieser Wollen sind nur schwach verholzt, indem ihre Zellenwände mit schwefelsaurem Anilin behandelt, eine nur schwach gelbliche Farbe annehmen. Durch Jod und Schwefelsäure werden die Zellwände nicht gebläut, sondern gebräunt; und durch Kupferoxydammoniak werden sie fast gar nicht verändert.

Die morphologischen und chemischen Verhältnisse der Bombaxwolle differiren somit in einer so augenfälligen Weise von jener der Baumwolle, daß ihre Unterscheidung auf mikroskopischem Wege eben so leicht als sicher durch-

---

[1]) Grothe, l. c. p. 132.

geführt werden kann. So leicht man die Bombaxwollen von den andern Pflanzenfasern, selbst von der nahverwandten Baumwolle zu unterscheiden im Stande ist, so wenig wollte es mir gelingen die Wollen verschiedener Bombaxarten von einander zu unterscheiden. Die geringen Differenzen in der mittleren Wanddicke, welche ich nach zahlreichen Messungen erhielt, sind so unerheblich, daß ich diese Dimension nicht als Unterscheidungsmerkmal gelten lassen kann, und sie deshalb hier weglasse. — Auch die Wollhaare von Eriodendron anfractuosum vermochte ich nicht, weder makroskopisch noch mikroskopisch von den genannten Bombaxwollen mit Sicherheit zu unterscheiden.

Hingegen finde ich, daß ein erheblicher Unterschied zwischen der Wolle von Ochroma lagopus, im Handel edredon végétale oder patte de lièvre genannt, und den übrigen Bombaceen-Wollen besteht. Die Haare dieser Wolle sind stets einzellig. Ihre Länge beträgt 0·5—1·5 Cent. Die Form der Zellen ist nicht regelmäßig conisch, sondern baucht sich bis zur oder bis hinter die Mitte der Länge aus, um gegen den Grund hin sich wieder zu verschmälern. Ein Haar, 1 Cent. lang, zeigt in gleich weiten Abständen folgende Durchmesser in Millimetern.

Spitze 0, . . . 0·0197 (0·0029) . . . 0·0275 (0·0029) . . . 0·0334 (0·0078) . . . 0·0354 (0·0068) . . . 0·0295 (0·0029) . . . 0·0236 (0·0023) Basis.

Die in Klammern beigefügten Zahlen geben die Wanddicke in Millimetern an den Stellen an, an welchen auch die Durchmesser der Zelle gemessen wurden. Es lehren diese Zahlen, daß die Wanddicke im Verlaufe der Zelllänge eine verschiedene ist. Das Maximum der Wanddicke zeigt sich etwa in der Mitte der Zelle, fällt jedoch nicht oder nur zufällig mit dem größten Durchmesser der Zelle zusammen. — Die größten Durchmesser der Zellen schwanken zwischen 0·016 und 0·035 Millimeter; die größten Wanddicken zwischen 0·005—0·008 Millimeter.

Es treten an der Zellwand dieser Haare ähnliche Structurverhältnisse, wie bei den Bombaxhaaren auf, doch nie mit jener Deutlichkeit wie bei diesen. Viele Haare lassen gar keine Structur der Zellwand erkennen.

Am Grunde jedes Haares kommt eine bräunlich gefärbte schaumige Protoplasmamasse vor. Im Inhalte der Zellen treten hin und wieder Krystalle von oxalsaurem Kalk in sogenannten Briefcouvertformen auf. — Die Zellwand ist stets gelblich bis lichtbräunlich gefärbt.

Ich führe hier noch einige Beobachtungen über den Farbestoff an, welcher die Zellen der Bombaceenwolle tingirt. Er zeigte bei allen untersuchten Arten von Bombax, Eriodendron und Ochroma das gleiche Verhalten. Stets hat dieser Farbstoff seinen Sitz in der Zellmembran, dieselbe gleichmäßig färbend. Er läßt sich weder durch kaltes noch durch heißes Wasser, Alkohol, Aether, Schwefelkohlenstoff, ätherische Oele, Alkalien und Säuren in Lösung bringen. Alle Säuren, selbst Salpetersäure, machen die Farbe augenblicklich lebhafter hervortreten. — Auch durch Ammoniak wird die Farbe der Zellwand etwas lebhafter. Durch längere Einwirkung von kalter Salpetersäure erscheint die Bombaceenwolle völlig entfärbt; die Wände der Zellen sind unter deutlicher Aufquellung völlig farblos geworden. — Der Farbstoff der Bombaceenwolle zeigt, wie ich finde, das völlig gleiche Verhalten, wie jener der Nanking-Baumwolle, wie die weiter unter folgenden Mittheilungen lehren werden.

Bleibt gefärbte Bombaceenwolle mit Ammoniak übergossen, längere Zeit (mehrere Stunden oder Tage) stehen, so färbt sich die Flüssigkeit deutlich gelb-

lich, ohne daß ein Verblassen der Wollfarbe eintritt. Im Gegentheil, dieselbe ist nunmehr weit intensiver als anfänglich gefärbt. Der Grund dieses Verhaltens liegt in dem Vorkommen von eisengrünendem Gerbstoffe. Diese Substanz, in der Innenhaut und in dem Plasmareste auftretend, nimmt bekanntlich mit Ammoniak behandelt eine nach einiger Zeit in die Flüssigkeit übergehende gelbliche Farbe an.

2) Vegetabilische Seide.

Die Samen mancher Apocyneen, der meisten Asclepiadeen und noch anderer Gewächse sind mit einem aus langen, seidenglänzenden Haaren bestehenden Samenschopfe versehen. Bei einigen Apocyneen und Asclepiaden sind diese Samenhaare so reich entwickelt, so lang und glänzend und zeigen eine verhältnißmäßig so große Festigkeit, daß man sie zur Herstellung von Garnen und Geweben in Verwendung nahm, oder doch wenigstens versuchsweise verspann und verwob. Diejenigen dieser Samenhaare, welche Gegenstand des Handels wurden, hat man unter dem Namen „vegetabilische Seide“ zusammengefaßt.[1])

Die vegetabilische Seide soll von folgenden Pflanzen herrühren: Asclepias curassavica L., A. volubilis L., Calotropis gigantea R. Br., Marsdenia sp., Strophanthus sp., Beaumontia grandiflora Wallich, Echites sp. und Stephanotis floribunda Thom.

Mit Sicherheit können folgende Stammpflanzen dieses Faserstoffes genannt werden.

1) Asclepiadeen:

Asclepias curassavica L. Westindien.

Calotropis gigantea R. Br. (= Asclepias argentea Noran.) Indien, Molucken, Senegal.

Marsdenia sp. Indien.

2) Apocyneen:

Beaumontia grandiflora Indien.

Strophanthus sp. Senegal.

Alle genannten Arten vegetabilischer Seide bestehen aus langen, stark seidenglänzenden Haaren. Die Farbe derselben ist nie völlig weiß, sondern zeigt stets einen Stich in's Gelbliche. Je dichter die Masse dieser Haare zusamengepreßt ist, desto deutlicher tritt die gelbliche Farbe hervor. Am weißesten und auch am glänzendsten erscheint die Seide von Beaumontia grandiflora, am meisten gelb gefärbt jene von Calotropis gigantea. Die Farbe von Strophantus-Seide zieht deutlich in's Röthlichgelbe. — Am Grunde sind die Seidenhaare stets deutlicher als an den übrigen Stellen tingirt.

Asclepias curassavica. Die Seidenhaare sitzen hier auf dem oberen Ende der glatten, bräunlichen 5—6 Millimeter langen und etwa 2 Millimeter breiten Samen, und zwar auf einer scharf abgeschnitten erscheinenden schmalen, 1·5—2 Millim. langen Fläche auf. Die Länge der Haare beträgt 1—3, meist 2·5 Centimeter. — Die Form des stets einzelligen gerade gestreckten Haares ist ziemlich regelmäßig kegelförmig. Windungen, wie bei der Baumwolle kommen weder bei Ascl. curass. noch bei einer andern Art von

---

[1]) Unter den Pflanzen, welche vegetab. Seide liefern, führt man manchmal auch eine Pladera auf. (Vgl. Grothe l. c.) Es ist dies jedoch ein zu den Gentianeen gehöriges von Solander aufgestelltes, mit Conscora Som. identisches Genus.

vegetabilischer Seide vor. Der Maximaldurchmesser der Zellen beträgt 0·022—0·044, die mittlere Wanddicke 0·0015 Millim. Es scheint oft, als würde die Wanddicke zwischen weiten Grenzen variiren, und oft ein Drittel ja noch mehr des ganzen Zellendurchmessers betragen. Es ist dies jedoch stets darauf zurückzuführen, daß die Zelle häufig in Folge mechanischer Beschädigungen von ebenen Streifen begrenzt wird, die nicht selten sich ziemlich flach gegen das Auge stellen, und so den Eindruck des optischen Durchschnitts der Zellenwand hervorrufen. Während sich aber die Zellwand scharf doppelt kontourirt darstellt, geben diese schief gestellten Streifen stets nur ein mattes Bild, welches bloß einerseits von einem scharfen Contour begrenzt ist.

Calotropis gigantea.[1]) Die Samenhaare sind hier in ähnlicher Weise wie bei Asclepias curassavica an den Samen angefügt, nur ist das die Haare tragende Flächenstück relativ viel breiter und nimmt fast die ganze obere Fläche des Samens ein. Die Länge der ebenfalls bis auf die Basis gerade gestreckten, regelmäßig kegelförmigen Zellen beträgt 2—3, meist nahezu 3 Centimeter. Das untere Ende des Haares, von der Basis etwa 2—3 Millim. aufwärts, ist halbbogenförmig gekrümmt und nach dem Grunde zu merklich verschmälert. Der maximale Durchmesser der Haare beträgt 0·012—0·042, fast immer nahezu 0·038 Millim. Die Wanddicke schwankt zwischen 0·0014—0·0042 Millim. Selbst an einer und derselben Faser ist die Dicke der Wand und wie es scheint, ziemlich regellos variabel. Auch an dieser Faser kommen Verletzungen vor, welche bei flüchtiger Betrachtung zur Meinung Veranlassung geben können, als sei die Zelle stellenweise außerordentlich stark verdickt.

Marsdenia sp. Die mir nicht bekannt gewordene Species von Marsdenia, welche in Indien eine Art vegetabilischer Seide liefert, hat Samen, an deren breiten gewölbtem Ende die Haare dichtgedrängt und in strahlenförmige Anordnung gestellt sind. Die bis an's Ende regelmäßig konischen, stets einzelligen Haare haben eine mittlere Länge von 2 Centim., eine maximale Dicke von 0·019—0·033 und eine mittlere Wanddicke von 0·0025 Millim.

Beaumontia grandiflora. Die Samenhaare dieser Pflanze stehen auf einer sphärisch dreieckigen Fläche und drängen sich alle in eine gekrümmte Fläche, welche sich vom Grunde der Haare verkehrt kegelförmig nach oben erhebt und in der Fläche eine Kugelzoone nach abwärts zieht. Jedes Haar ist in Folge dieser Anordnung stark und continuirlich gekrümmt. Die einzelnen Haare sind 3—4·5 Centim. lang, 0·033—0·050 dick, am Ende stets blasenförmig aufgetrieben. Der Durchmesser dieser Auftreibung steigt bis auf 0·08 Millim. Die Wanddicke beträgt im Mittel 0·0039 Millim.

Strophanthus sp. Die Samenhaare sind an einem fadenförmigen, 1—2 Centim. langen Träger so angeordnet, daß sie selben dicht bedecken und unter gleichem Winkel (von etwa 45°) von der Axe abstehen. Die Haare sind ziemlich gerade gestreckt bis an das unterste Ende, welches eine flache, gegen die Axe des Trägers schwach convexe Krümmung zeigt, indem sich der Grund der Haare eine kurze Strecke, etwa 1 Millim. weit, an den Träger anlehnt und dann erst im schwachen Bogen in die genannte Lage gegen die Axe stellt. Die Haare sind bis auf das Ende regelmäßig kegelförmig. Gegen

[1]) Auf den Molucken wird nach Miquel (Flora von Nederlandsch Indië II. p. 481) aus dem Baste dieser Pflanze eine zur Herstellung von Tauen geeignete Faser dargestellt. Von einer Gewinnung der Samenhaare ist an der genannten Stelle nicht die Rede.

den Grund hin nimmt die Dicke stark zu, um am untersten Grunde sich wieder bedeutend zu verschmälern. Das Ende des Haares ist mithin etwas angeschwollen. Es kommt hierbei nie zu einer so enormen beinahe blasenförmigen Auftreibung wie bei der vorigen Pflanze. Die Länge des Haares steigt bis zu 5·6 Centim. Die Maxima der Durchmessers der einzelnen Zellen schwanken zwischen 0·049—0·092 Millim. Die Wanddicke steigert sich gegen den Grund des Haares bis auf 0·0059 Millim. Während die vier früher abgehandelten Haare keinerlei Strukturverhältnisse erkennen lassen, sieht man am Grunde der Strophanthus-Haare die Zellenwand von großen Poren durchsetzt.

Sehr bemerkenswerth ist das chemische Verhalten der vegetabilischen Seide. Durch Jod und Schwefelsäure werden sie goldgelb bis bräunlich gefärbt. Frisch bereitetes Kupferoxydammoniak, das Baumwolle rasch in Lösung bringt, ruft bis auf eine schwache Bläuung keinerlei Veränderung hervor. Schwefelsaures Anilin färbt alle vegetabilischen Seiden intensiv citrongelb, ein Zeichen, daß diese Zellen verholzt sind, wodurch ihre bedeutende Brüchigkeit auch erklärbar wird.

Die Samenhaare der beiden hier beschriebenen Apocyneen sind auffällig wohlerhalten im Vergleiche mit den Samenhaaren der hier genannten Asclepiadeen, die häufig zerbrochen erscheinen. Die vegetabilische Seide, welche die ersteren liefern, ist entschieden brauchbarer als die der letzteren, sowohl was Festigkeit als Länge anlangt. Die größte Festigkeit mit dem schönsten Aussehen finde ich in der von den Beaumontia-Samen abgeschiedenen vegetabilischen Seide vereinigt. Diese Seidenhaare sind auch, wie die Reaktion mit schwefelsaurem Anilin zeigt, unter den genannten Samenhaaren die am wenigsten verholzten. Aber gerade die Seidenhaare der Beaumontia scheinen bis jetzt am wenigsten zur Herstellung von Gespinnsten und Geweben verwendet zu werden.

Ich bemerke noch, daß die Zellen sämmtlicher vegetabilischen Seiden mit Luft erfüllt sind, wodurch die Beobachtung der im Wasser präparirten Haare sehr erschwert wird. Es ist bei der Untersuchung dieser Fasern sehr zu empfehlen, selbe in Weingeist, welcher alsbald die Luft aus den Zellen vertreibt, eingelegt, unter Mikroskop zu bringen.

3) Samenwolle der Rohrkolben.

Die Fruchtkolben der Typha-Arten (T. angustifolia L. und latifolia L.) tragen Früchtchen mit Papus. Die Rohrkolbenwolle gewinnt dadurch schon für das freie Auge ein charakteristisches Gepräge. Die zarte, weißliche bis lichtbräunliche Wolle ist mit den braunen am Papus noch haftenden Früchtchen verbunden. Es ist schwer einzusehen, wie dieses Material, wie oben noch Grothe citirt wurde, als Spinnstoff eine Verwendung finden kann.

Für die etwaige mikroskopische Erkennung führe ich folgende Daten an. Die Länge der Früchtchen beträgt 1·2, die Breite 0·33 Millim. Der Träger der Papushaare, 1 Centim. lang, hat eine Breite von 0·04 Millimeter. Die Papushaare selbst, aus wenigen Zellreihen bestehend, messen im Querschnitt 0·008 bis 0·016 Millim. und setzen sich aus ziemlich dünnwandigen langgestreckten oblongen Zellen zusammen, welche eine mittlere Länge von 0·12 und eine mittlere Breite von 0·01 Millim. aufweisen. Das Zellende, welches gegen die Spitze der Papushaare zu liegt, erhebt sich, stark vorspringend, über die Oberfläche des Gewebes. — Jod und Schwefelsäure färben die Papus-

zellen gelbbraun, schwefelsaures Anilin bringt eine kaum erkennbare Gelbfärbung hervor. Kupferoxydammoniak bringt die Zellen der Papushaare zur schwachen Quellung.

4) Beobachtungen über die Baumwolle.

Trotz der großen Litteratur über Baumwolle und der vielen Angaben über die Eigenschaften des Baumwollenhaars, sind unsere Kenntnisse über die morphologischen und chemischen Eigenschaften dieses wichtigsten aller industriell verwendeten Spinnstoffe doch noch sehr mangelhafte. Bei dem Umstande, daß man nur durch die auf mikroskopischem Wege zu ermittelnden morphologischen Eigenschaften eine völlig sichere Erkennung zuwege bringt, stehe ich nicht an, meine hierauf bezüglichen Beobachtungen zu veröffentlichen. Die folgenden Angaben dürften vielleicht um so werthvoller sein, als ich bei meinen Untersuchungen nicht auf die Baumwollsorten des Handels angewiesen war, sondern mit in botanischer Beziehung bestimmten Wollen zu arbeiten in der Lage war.

Die nachfolgenden Mittheilungen zerfallen in folgende drei Abtheilungen:

1) Form und Größe der Baumwollenhaare.

2) Die Ausbildung der Cuticula der Baumwollenhaare und das Verhalten der Baumwollsorten gegen Kupferoxydammoniak.

3) Zur Kenntniß der im Baumwollenhaar vorkommenden Farbstoffe.

Form und Größe der Baumwollenhaare.

Es ist hinlänglich bekannt, daß die Haare der Baumwolle, trotz ihrer bedeutenden Länge, einzelne Zellen repräsentiren. Jedes Haar besteht aus einer stets deutlichen, im Mikroskope doppelt contourirt erscheinenden, ihrer Dicke nach immer meßbaren Wand, und einem mehr oder minder breiten continuirlichen Hohlraum.

Die Form der Baumwollenhaare ist nach der allgemein verbreiteten Angabe kegelförmig und mehr oder minder abgeplattet. Nach ganz genauer Prüfung der Faser kann ich diese Angabe nicht bestätigen. Ich finde nämlich, daß der größte Durchmesser der Zelle nicht, wie es die Kegelform fordert, mit der Basis des Haares, sondern mit einem andern Querschnitt deshalb zusammenfällt, wie die nachfolgenden Zahlen lehren.

1) Gossypium conglomeratum.[1]		2) Gossyp. congl.	
Länge des Haares = 3 Millim.		L. d. H. = 2·5 Centim.	
Spitze	0	Spitze	0
	0·0168 Millim.[2]		0·0049 Millim.
	0·0210 „		0·0126 „
	0·0210 „		0·0252 „
	0·0216 „		0·0252 „
	0·0332 „		0·0210 „
	0·0420 „		0·0210 „
	0·0252 „		0·0168 „
Basis	0·0168 „	Basis	0·0126 „

[1]) Cat. des Col. franc. etc.

[2]) Die Messung wurde an Stellen vorgenommen, welche eine genaue Bestimmung des größten Durchmessers gestatteten. Aus den zahlreichen Daten wurden jene herausgehoben und in die obigen Tabellen eingetragen, welche sich auf Querschnitte beziehen, die gleichweit voneinander abstehen.

3) Gossyp. congl.
L. d. H. = 3·5 Centim.

Spitze	0
	0·0084 Millim.
	0·0084 „
	0·0084 „
	0·0126 „
	0·0210 „
	0·0168 „
	0·0168 „
Basis	0·0161 „

4) Gossypium flavidum.[1])
Länge des Haares = 1·8 Centim.

Spitze	0
	0·0084 Millim.
	0·0210 „
	0·0252 „
	0·0378 „
	0·0378 „
	0·0332 „
	0·0294 „
Basis	0·0294 „

5) Gossyp. flavidum.
L. d. H. = 2 Centim.

Spitze	0
	0·0126 Millim.
	0·0168 „
	0·0298 „
	0·0290 „
	0·0252 „
	0·0298 „
Basis	0·0210 „

6) Gossyp. flavidum.
L. d. H. = 3·5 Centim.

Spitze	0
	0·0042 Millim.
	0·0084 „
	0·0213 „
	0·0252 „
	0·0259 „
Basis	0·0210 „

7) Gossypium arboreum L.
Länge des Haares = 2·5 Centim.

Spitze	0
	0·0084 Millim.
	0·0210 „
	0·0294 „
	0·0252 „
	0·0294 „
	0·0252 „
Basis	0·0170 „

8) Gossyp. accuminatum Roxb.
L. d. H. = 2·8 Centim.

Spitze	0
	0·0042 Millim.
	0·0126 „
	0·0168 „
	0·0294 „
	0·0170 „
	0·0211 „
Basis	0·0210 „

9) Gossyp. herbaceum L.
L. d. H. = 2·5 Centim.

Spitze	0
	0·0042 Millim.
	0·0058 „
	0·0100 „
	0·0168 „
	0·0210 „
	0·0169 „
	0·0210 „
Basis	0·0168 „

Aus diesen und zahlreichen anderen Beobachtungen ergibt sich, daß der Hauptumriß der Baumwollenzelle keineswegs regelmäßig kegelförmig ist, sondern nach dem untern Ende hin eine beträchtliche Verjüngung der Faser sich bemerkbar macht.

Ein weiteres Abweichen des Baumwollenhaares von der Kegelform zeigt sich an manchen Sorten an der Form der Spitze. Bei vielen Haaren von Gossypium conglomeratum habe ich sie beinahe spatelförmig, bei G. bar-

[1]) Cat. des Col. franc.

badense häufig abgerundet bis kolbig, bei G. arboreum oft plötzlich verschmälert gefunden.

Bemerkenswerth ist ferner der Umstand, daß die Baumwollenzelle manchmal lange Strecken hindurch genau cylindrisch ist und ein so kleines Lumen besitzt, daß man das Bild der Bastzelle des Flachses vor sich zu haben scheint. Bei Gossypium conglomeratum tritt dieser Fall beinahe typisch auf. Das obere Ende ist, abgesehen von der eigenthümlich geformten Spitze, einige Millimeter lang cylindrisch und stark verdickt. Es kann dieses morphologische Verhältniß bei manchen Untersuchungen zu einer Verwechslung der Baumwollenzelle mit der Flachsbastzelle Veranlassung geben. Man wird sich dann vor Irrthümern bewahren können durch Betrachtung der Faser in ihrem ganzen Verlaufe. Denn nie ist die Baumwollenzelle ihrer ganzen Länge nach cylindrisch; vielmehr ist die stielrunde Form nur auf kurze Strecken beschränkt. Aber auch das Studium der Oberfläche und das Verhalten gegen Kupferoxydammoniak gestatten, jeden Zweifel über die Natur solcher Fasern zu beseitigen.

Als ein wichtiges Kennzeichen der Baumwollenhaare wird deren korkzieherartige Drehung bezeichnet. Es dürfte wohl, mit Ausnahme der später zu betrachtenden kleinen Baumwollhaaren, welche ich für diese Betrachtung mit dem Namen der Grundwolle bezeichne, keines existiren, das völlig gerade gestreckt ist. Wohl aber kommen völlig gerade Strecken häufig, namentlich an den oberen Enden der Haare vor. Sehr schön ist dieß an der Wolle von Gossypium conglomeratum zu bemerken, wo die gerade gestreckten Stellen oft der halben Länge des Haares entsprechen. Auch am unteren Ende dieser Haare fehlt oft die Drehung. Die Haare von Gossypium flavidum sind oben und unten gerade gestreckt. Am häufigsten ist der Fall, daß das obere und untere Ende eine kurze Strecke hindurch gerade ist, hierauf eine schwache und nach der Mitte des Haares zu eine starke Drehung sich bemerkbar macht (Goss. herbaceum, arboreum, barbadense.). Bei G. herbaceum erscheint hin und wieder die Faser ihrer ganzen Länge nach gedreht [1]).

Ueber die Länge und Breite der Fasern verschiedener Baumwollensorten finden sich zahlreiche Angaben in der Literatur vor. Ich kann dennoch nicht umhin, hier einige Bemerkungen über die Dimensionen der Baumwollenhaare zur Feststellung des richtigen Sachverhaltes einzuschalten.

Was vorerst die Länge der Baumwollzellen anlangt, so scheinen die Zahlen sich bloß auf die Maximallänge der Haare der einzelnen Sorten zu beziehen. Wenigstens habe ich nirgends eine Angabe über die Längenschwankungen aufgefunden. — Ich habe nun an allen von mir untersuchten Baumwollensorten die Beobachtung gemacht, daß die Baumwollenhaare, welche von jedem einzelnen Samen ausgehen, zwischen sehr weiten Grenzen schwanken, indem sowohl an den kurz- als langstapeligen Sorten stets auch Haare vorkommen, die nur einen bis wenige Millimeter messen. Die verschieden langen Haare sind in gesetzmäßiger Weise an jedem Samen vertheilt. Es kömmt nämlich an jedem Samen die Mehrzahl der langen Haare an dem breiten, die der kurzen Haare am schmalen Samenende vor, so daß jeder einzelne aus der Kapsel mit all seinen Haaren herausgehobene Samen den Eindruck macht, als wäre er von einer eiförmig begrenzten Haarhülle umkleidet, innerhalb welcher der Same,

---

[1]) Salpetersäure und andere die Faser zum Quellen bringende Mittel strecken die gedrehten Haare alsbald gerade. Für das Studium der Form der Zellen ist die Anwendung dieses Mittels oft sehr empfehlenswerth.

dem schmalen Ende der idealen Grenzfläche zugewendet, liegt. — Viele Sorten von Baumwollensamen zeigen eine feine, aus kleinen etwa 0·5—3 Millimeter langen Haaren bestehende Bekleidung, über welche sich erst die langen Haare erheben. Ich will diesen feinen Haarfilz mit dem Namen der Grundwolle belegen. — Ich habe keine Baumwollenart gefunden, deren Samen völlig frei von Grundwolle gewesen wäre. Die von mir untersuchten Samen, welche von Gossypium arboreum und flavidum abstammten, waren gleichmäßig, jene, welche von G. conglomeratum und religiosum L. herrührten, blos an der Basis und Spitze mit dichter Grundwolle belegt. An den von mir untersuchten Sorten von G. herbaceum war wohl über die ganze Samenoberfläche die Anwesenheit einer Grundwolle nachweisbar; einen dichten Filz bildete sie bloß an den beiden Enden der Samen. An allen von mir untersuchten Baumwollensamen fand ich, daß die Grundwolle am schmalen Samenende am längsten ist. Die Haare der Grundwolle zeigen im Ganzen denselben Bau wie die langen Haare. Selbst die Länge des größten Querschnittes der Grundwollhaare stimmt mit jenem der gewöhnlichen Haare überein. Ueber die Färbung der Grundwolle folgen unten einige Beobachtungen.

Die bis jetzt gemachten Angaben über die Breite der Baumwollenhaare können keinen Anspruch auf Genauigkeit machen, weil man auf die Schwankungen, welche im Verlaufe jedes Baumwollenhaares auftreten, nie Rücksicht nahm und nicht die Maxima der Querschnittdurchmesser der einzelnen Fasern, sondern einen beliebigen Querschnitt gemessen hat.[1])

Ich habe folgende Zahlen als Maxima des Querschnittes der Baumwollenhaare beobachtet:

Baumwollenhaar v. Gossypium herbac.	0·0119—0·0220	meist nahezu	0·0189 Mm.
„ „ „ barbadense	0·0192—0·0279	„ „	0·0252 „
„ „ „ conglom.	0·0170—0·0271	„ „	0·0255 „
„ „ „ accuminat.	0·0201—0·0299	„ „	0·0294 „
„ „ „ arboreum	0·0200—0·0378	„ „	0·0299 „
„ „ „ religiosum	0·0255—0·0400	„ „	0·0333 „
„ „ „ flavidum	0·029—0·0420	„ „	0·0378 „

Wie sehr man bei Untersuchung der Baumwolle, z. B. um ihre Feinheit zu bestimmen, oder um sie von anderen Fasern zu unterscheiden, auf die Maxima der Querschnittsbreite Rücksicht nehmen muß, zeigt die folgende Zahlenreihe, welche die Breite eines vom Gossypium arboreum herrührenden, 2·4 Cent. langen Baumwollhaares, in gleichen Abständen gemessen, angibt.

Die Zahlen haben nur einen vergleichsweisen Werth, weil die zur Messung benützte Faser, um an jeder beliebigen Stelle eine Breitenmessung vornehmen zu können, vorerst mit verdünnter Salpetersäure gerade gerichtet wurde. Durch diese Säure wird die Wand der Zelle zur schwachen Quellung gebracht, wobei sich die Zellenbreite etwas vergrößert. Die Quellung geht aber an allen Stellen des Haares so gleichmäßig vor sich, daß die an der mit Salpetersäure behandelten Faser angestellten Messungen, wie ich durch

[1]) Schacht (Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse. I. p. 252 und: Die Prüfung der im Handel vorkommenden Gewebe, p. 24) gibt als Grenzwerth für die Breite 0·0125—0·0225 Millim. an. Bolley (Chemische Technologie der Spinnfasern p. 3) findet sie in den Zahlen 0·017—0·050 Millim. Ich selbst habe früher denselben Fehler begangen und habe den Grenzwerth für die Breite in den Zahlen 0·0119 und 0·0276 Millim. zu finden geglaubt. (Technische Mikroskopie p. 99.)

vergleichende, an der unveränderten Faser angestellte Messungen konstatiren konnte, ein klares Bild von den Zu- und Abnahmen der natürlichen Faserbreite entwerfen:

Spitze 0 Mm. 0·0084, 0·0150, 0·0168, 0·0200, 0·0210, 0·0218, 0·0294, 0·0294, 0·0324, 0·0378, 0·0252, 0·0294, 0·0310, 0·0300, 0·0311, 0·0299, 0·0294, 0·0294, 0·0294, 0·0290' 0·0280, 0·0252 Basis.

Aehnliche Breitenschwankungen zeigt beinahe jede Baumwollenfaser [1]).

Das wichtigste Erkennungszeichen der Baumwolle ist jenes feine, den Haaren niemals fehlende, die Außenfläche der Zelle bekleidende Häutchen, die Cuticula. An gröberen, besonders glanzlosen Baumwollensorten ist die Cuticula stark entwickelt, sie erscheint hier als feinkörniges, oder streifiges, oder astförmig gezeichnetes Häutchen. Die gitterförmige Zeichnung, von welcher Schacht [2]) spricht, und die Bolley [3]) abbildet, sollen sich wohl auf die Cuticula beziehen. Ich habe an der letzteren nie eine gitterförmige Structur beobachtet.

Die Cuticula ist nicht nur an den verschiedenen Sorten der Baumwolle sehr ausgebildet; selbst an den verschiedenen Stellen eines und desselben Haares ergeben sich hierin Unterschiede. Im Allgemeinen tritt die Cuticula mit desto ausgeprägterer Structur hervor, je glanzloser und gröber die Baumwolle ist, und umgekehrt, so daß z. B. die schöne seidige Wolle von Gossypium barbadense dieses Häutchen oft nur schwer erkennen läßt.

Die deutlichste Ausbildung der Cuticula habe ich an Gossypium flavidum, religiosum, arboreum und herbaceum beobachtet. Die Haare der beiden ersteren sind mit einer ästig gezeichneten, die von G. arboreum und herbaceum mit einer theils körnigen, theils zart spiralstreifige Cuticule versehen. Die Baumwollenhaare von G. conglomeratum sind größtentheils mit einer zart spiralstreifigen, stellenweise auch körnigen, oder (oberes Ende) völlig structurlosen Cutucula überdeckt. An den Haaren von G. barbadense fand ich das obere Ende, etwa 0·5—5 Millim. lang, und das unterste Ende mit einer völlig glatten, die mittleren Partien, theils mit einer zartstreifigen, theils mit einer zart ästig gezeichneten Cuticula versehen.

Das Verhalten der Baumwollenfaser gegen Kupferoxydammoniak.

Nachdem von Schweitzer das Verhalten der Cellulose gegen Kupferoxydammoniak aufgefunden wurde, haben sich Cramer [4]) und später der Verfasser [5]) mit den morphologischen Veränderungen beschäftigt, welche die Baumwollenfaser erfährt, wenn sie mit diesem Reagens zusammengebracht wird. Die bezüglichen Angaben können nach meinen neuen an den Samenhaaren verschiedener Gossypium-Arten angestellten Beobachtungen nicht mehr als allgemein geltend angesehen werden.

Die blasenförmige Auftreibung der Zelle bei Einwirkung von Kupfer-

[1]) Eine 4 Centim. lange Flachszelle hat folgende höchst regelmäßige Zunahme in der Dicke ergeben: Spitze 0, 0·0063, 0·0084, 0·0095, 0·0105, 0·0117, 0·0120, 0·0125, 0·0129, 0·0135, 0·0158, 0·0159, 0·0166, 0·0159, 0·0169, 0·0168, 0·0155, 0·0148, 0·0155, 0·0148, 0·0155, 0·0169, 0·0158, 0·0143, 0·0129, 0·0130, 0·0125, 0·0123, 0·0120, 0·0117, 0·0109, 0·0100, 0·0090, 0·0084, 0·0065, Basis.

[2]) Die Prüfung der Gewebe, p. 22.

[3]) Fig. l. c. p. 2, 3.

[4]) Vierteljahrschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich.

[5]) Technische Mikroskopie, p. 63.

oxydammoniak ist nicht mehr als Unterschied von Baumwolle und anderen Fasern anzusehen, indem nicht nur Baumwollensorten existiren, welche diese Erscheinung nicht zeigen, sondern auch viele Bastzellen, selbst die des Leines manchmal in den äußersten Partien der Zellwand eine solche Widerstandsfähigkeit gegen das Reagens zeigen, daß auch hier bei der Aufquellung der inneren Zellwandpartien eine solche blasenförmige Auftreibung zu Stande kömmt. Die Baumwollenfaser unterscheidet sich von den Bastfasern bei der Behandlung mit Kupferoxydammoniak nicht durch die Form der quellenden Zellen, wohl aber dadurch, daß nach längerer Einwirkung des (frischen) Reagens, von der Baumwolle stets die äußere Hülle (Cuticula) zurückbleibt, was die Bastfasern nicht zeigen. Die Form der zurückbleibenden Cuticula kann eine sehr verschiedene sein. — Die Haarevon Gossypium arboreum, herbaceum und barbadense verhalten sich gegen Kupferoxydammoniak so wie es von Cramer und mir angegeben wurde. Die Cuticula wird nämlich theils fetzenförmig abgeworfen, theils ringförmig an einzelnen Stellen der blasenförmig quellenden Haare zusammengeschoben, oder aber sie nimmt bei der Quellung der Zellwände eine spiralige Gestalt an [1]). — Die Haare von G. conglomeratum lassen die Cuticula fast immer nur in Form eines collabirten Schlauches zurück. Nur hier und dort, namentlich an der Basis der Haare wird die Faser blasig aufgetrieben; dann erscheint die abgeworfene Cuticula an diesen Stellen ähnlich so gestaltet wie bei den drei früher genannten Baumwollenarten. — Die Samenhaare von G. flavidum und religiosum quellen im Kupferoxydammoniak nicht blasig auf. Nach völliger Lösung der Cellulose der Zellwand bleibt die Cuticula als zusammengefallener Sack zurück, an welchen weder Ring- noch Spiralstreifen zu beobachten sind. — Bemerkenswerth erscheint der Umstand, daß bei den Samenhaaren von G. flavidum, die Innenhaut der Zelle als dicker faltiger Sack zurückbleibt und gegen das Reagens die gleiche Resistenz wie die Cuticula zeigt [2]).

Farbstoffe der Baumwolle.

Die sogenannte weiße Baumwolle, im Gegensatze zur intensiv gefärbten Nankingwolle, ist, wie die Erfahrung lehrt, fast niemals völlig reinweiß, sondern zeigt beinahe immer einen mehr oder minder deutlich ausgesprochenen Stich in's Gelbliche. Es wird auch von manchen Baumwollen (z. B. der Louisiana- oder Neworleans-) behauptet, ihre Farbe ziehe in's Bläuliche [3]). Ich will diese Angabe nicht in Abrede stellen, obwohl ich nie eine solche Färbung beobachtete, trotzdem ich reichhaltige Sammlungen von Baumwollensorten genau durchzusehen Gelegenheit hatte.

Die obengenannte Grundwolle ist der vornehmlichste Träger des gelben Farbstoffes. An Sorten, welche nur so wenig gelblich sind, daß sie, auseinandergelockert völlig reinweiß erscheinen, ist häufig die Grundwolle ziemlich intensiv gelblich gefärbt. Nur die sehr weißen Sorten führen eine dem freien Auge weiß erscheinende Grundwolle. Durch die mikroskopische Untersuchung läßt sich konstatiren, daß selbst in diesen Grundwollen gelbliche Haareauftreten.

---

[1]) Vergleiche die Abbildung nach Cramer in Bolley l. c. p. 5 und technische Mikroskopie p. 99.

[2]) Es sind dieselben stark mit Eiweißkörpern infiltrit. Kleine Reste der Zellenhaut, nämlich die noch mit Eiweißkörpern durchsetzten, bleiben wohl von jeder Baumwollenzelle, wenn auch meist nur spurenweise zurück.

[3]) Siehe die Lehrbücher über allgemeine Waarenkunde (Seubert, Schedel u. s. w.).

Gelbe Farbstoffe sind mithin in den Haaren der Baumwollsamen weitaus häufiger als gewöhnlich angenommen wird.

Es entsteht zunächst die Frage, ob die gelbe Färbung der gewöhnlichen, weiß erscheinenden Baumwollen und die Färbung der zugehörigen Grundwollen durch das helle Pigment hervorgerufen werde, welches auch die Nankingwolle (von Gossypium religiosum und flavidum) färbt. Ich muß, nach den zahlreichen hierüber angestellten Beobachtungen diese Frage verneinen. Obwohl nämlich die gelbe Färbung aller von mir untersuchten Baumwollhaare ihren Sitz in den Zellmembran hat, und stets denselben Eindruck macht, wenn sie auch in höchst verschiedenen Sättigungsgraden auftritt, ist nach dem chemischen Verhalten zu schließen, der Farbstoff der Nankingwollen auffällig verschieden von den Pigmenten jener Grundwolle, welche die Samen von Gossypium arboreum, barbadense und conglomeratum überdeckt. — Der Nankingfarbstoff ist in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich, Säuren und Alkalien machen ihn stärker hervortreten. Längere Einwirkung von Salpetersäure, selbst in der Kälte, zerstört das Pigment völlig. — Der Farbstoff der Grundwolle von G. arboreum, barbadense und conglomeratum wird hingegen durch Säuren rosenroth, durch Alkalien grün gefärbt. An den Samen zahlreicher italienischer Baumwollensorten habe ich eine schön smaragdgrüne Grundwolle beobachtet. Die grüne Farbe verwandelt sich auf Zusatz von Säuren sofort in Roth, und kann durch Ammoniak wieder in Grün übergeführt werden. Es ist kein Zweifel, daß die grünen Haare an den genannten Samen durch denselben Farbstoff gefärbt werden, welcher die Grundwolle gelb färbt, aber durch die Wirkung einer alkalisch reagirenden Substanz (wahrscheinlich entweder durch atmosphärisches Ammoniak oder durch Ammoniak als Zersetzungsprodukt gewisser Bestandtheile der Samen) in Grün übergeführt wurde.

Bemerkungen über das mikroskopische Verhalten des neuseeländischen Flachses.

Von Robert Schlesinger.

Unter neuseeländischem Flachs versteht man bekanntlich die aus den Blattgefäßbündeln von Phormium tenax Forst. (Asphodelee) dargestellte, zur Verfertigung von Seilen, Tauen, Gespinnsten und Geweben dienliche Faser.

Durch die Acclimatisation des Phormium tenax, einer ursprünglich neuholländischen Pflanze, in Neusüdwales, woselbst die Flachslilie eine noch größere Ausbeute an Faser als in ihrer Heimath liefert, ferner in Britisch-Ostindien, auf Mauritius und Natal [1]) hat die Bedeutung dieser durch ihre enorme Festigkeit und Resistenz gegen die Wirkung atmosphärischer Einflüsse ausgezeichnete Faser nur noch zugenommen. Dennoch liegen bis jetzt noch keine dem heutigen Standpunkt der Histologie entsprechende Beobachtungen über die Kennzeichen dieser Faser vor. Die in Lehr- und Handbüchern der Waarenkunde enthaltenen Angaben über die morphologischen Kennzeichen der Faser von Phormium tenax schließen sich meist an die betreffenden Mittheilungen in Schacht's bekannter Schrift über die im Handel vorkommenden Gewebe an. [2])

Zur Untersuchung dienten Blätter von Phormium tenax (aus Neusüdwales), ferner die daraus abgeschiedenen Fasern. Eine Verwechslung mit anderen Fasern war mithin von vornherein ausgeschlossen. — Die Blätter hatten eine Länge von 1—1·6 Met. und eine Breite von 2—3 Cent. Die Rohfaser war weiß, glänzend, und bestand aus feinfibrösen oft meterlangen Bündeln.

Am Blatte erkennt man auf dem Querschnitte deutlich drei Gewebsformen: Oberhaut, ein parenchymatisches Grundgewebe und Gefäßbündel. Da die Faser sich blos aus Antheilen des Gefäßbündels zusammensetzt, so sind Oberhaut und Grundgewebe für die nachfolgende Betrachtung bedeutungslos. Es sei nur erwähnt, daß die Gefäßbündel stets durch deutliche Züge von Parenchymzellen von der Oberhaut getrennt sind, wodurch es erklärlich wird, daß die aus den Blättern von Phormium tenax dargestellten Fasern keine Oberhautzellen anhaften, was sonst an aus Blättern monocotyler Pflanzen gewonnenen Fasern nicht selten vorzukommen pflegt. [3]) Die Vertheilung der Gefäßbündel (dünne, dicht gedrängte außen; dicke durch breite Parenchymzüge von einander getrennt innen) ist an jedem Querschnitt leicht erkennbar. Die dünnen Gefäßbündel messen in tangentialer Richtung 0.090—0.120, in radialer Richtung 0.140—0.216 Millim.; die dicken hingegen in tangentialer Richtung 0.105—0.180, in radialer 0.270—0.630 Millim. Erstere bestehen blos aus bastartigen Elementen, letztere führen außerdem noch Gefäße und cambiale Zellen. Die Gefäße messen im Quer-

---

[1]) S. Wiesner. Oester. offic. Bericht über die Pariser Ausstellung H. X. p. 349 ffd.
[2]) H. Schacht. Die Prüfung der im Handel vorkommenden Gewebe 2c. Berlin 1853.
[3]) Wiesner. Technische Mikroskopie p. 95.

schnitte im Mittel 0,015—0,030 Millim. Es sind Spiralgefäße mit meist doppeltgewundenen Spiralbändern, deren Breite 0,0042 Millim. beträgt.

Diejenigen Bestandtheile des Gefäßbündels, welche fast ausschließlich die Faser des neuseeländischen Flachses zusammensetzen, sind die Bastzellen. Im Querschnitte erscheinen sie polygonal, mit einem deutlich ausgesprochenen, oft großen Lumen versehen. Letztere Beobachtung steht im Widerspruche mit Schacht's Angaben [1]), nach welchen die Zellenhöhle wie bei der Bastzelle des Flachses meist nur so schmal sein soll, daß sie auf eine dunkle Linie reducirt erscheint. Es ist wohl nicht zweifelhaft, daß Schacht Bastfasern untersuchte, welche vorher durch Kochen in Kalilauge isolirt wurden. Diese zeigen nun allerdings meist eine sehr schmale Innenhöhle, etwa wie die natürliche Flachsbastzelle; es kommt dies aber nur durch die starke Aufquellung der Bastzelle, welche durch Kalilauge hervorgerufen wurde, zu Stande. Der maximale Durchmesser der Bastzellen mißt 0.008 bis 0,0189, meist 0,0135 Millimeter. Die Breite der Zellen nimmt sehr regelmäßig von den beiden Enden nach der Mitte hin zu. Das Lumen der unveränderten Bastzellen, nur selten bis auf eine ihrer Dicke nach nicht weiter meßbare Linie reducirt, beträgt meist $1/4$ bis $1/2$ des ganzen Querdurchmessers. Schon durch sehr verdünnte alkalische Lösungen lassen sich die Bastzellen aus ihrem gegenseitigen Verbande bringen. Man kann dann ohne Schwierigkeit ihre Länge bestimmen. Sie beträgt 2,7—5,65 Millim.

Die künstlich abgeschiedene Faser besteht theils aus den meist ziemlich unverletzten dünnen Gefäßbündeln von der äußern Blattseite und aus Fragmenten der dicken innern Gefäßbündel. Letztere werden bei der Darstellung der Faser zerrissen, Cambium und Gefäße fast gänzlich zerstört, so daß auch die aus diesen Gefäßbündeln entstandenen Fasern fast nur aus Bastzellen sich zusammensetzen. Die Rohfaser besteht aus Zellenbündeln, welchen meist eine Breite von 0,042 bis 0,120 Millim. zukommt. An der Rohfaser haften häufig noch kleine Parenchymzellenreste an, und zwar die an die Bastzelle unmittelbar anstoßenden Längswände.

Die Rohfaser und selbst die in Folge künstlicher Bleichung rein weiß gewordene Faser werden durch schwefelsaures Anilin schwach gelblich gefärbt, eine Reaction, welche auch die unveränderten Bastzellen zeigen. Die unveränderte Bastzelle ist mithin schwach verholzt, und hieraus erklärt sich auch ihre Festigkeit und Resistenz. Durch Bleichung wird die kleine Menge von Holzsubstanz, welche in der natürlichen Bastzelle vorkommt, nicht zerstört. Hierdurch erklärt sich die geringe Geschmeidigkeit, ja ein gewisser Grad von Starrheit, welche der gereinigten und gebleichten Faser des neuseeländischen Flachses eigen ist und sie nur wenig tauglich macht zur Herstellung von feinen Gespinnsten und Geweben. Noch wäre zu bemerken, daß die — wenn wir nicht irren zuerst von Barreswill angegebene — bekannte Reaction auf neuseeländischem Flachs, nämlich die Rothfärbung durch rauchende Salpetersäure wohl stets an der unveränderten Bastzelle, nie aber an der gebleichten Faser gelingt. Dieß ist schon oft beobachtet worden. Unseres Wissens ist aber noch nie darauf aufmerksam gemacht worden, daß die durch bloße Röste erhaltene Rohfaser sehr häufig diese Reaction ebenfalls nicht zeigt.

---

[1]) l. c. p. 26.

Untersuchungen über das Chinagras und die Faser Ramié.

Von J. Wiesner und A. Ungerer aus Pforzheim.[1])

Es dürfte wohl keine Urticee existiren, deren Stengel nicht wenigstens in ihrer Heimath eine reichliche Menge von fester und spinnbarer Bastfasern liefern könnte. Es sind deßhalb nicht nur bei uns, sondern auch in den Ländern, welche reich an Urticeen sind, sehr zahlreiche Versuche gemacht worden, die Bastfasern dieser Pflanzen praktisch auszunützen. Während aber bei uns die Nesselfasergewinnung nur in sehr beschränktem Maße betrieben wurde, und mit der Einführung der Baumwolle völlig verschwand, werden in den Ländern des südlichen und östlichen Asiens und auf den umgebenden Inseln zahlreiche wildwachsende und auch einige kultivirte Urticeen seit alter Zeit zu textilen Zwecken verwendet.

Ueber die Speziesnamen der praktisch verwendeten asiatischen Nesseln ist nur wenig Sicheres bekannt. Da unsere Auffindungen in der Literatur über diesen Gegenstand mehr ergeben haben, als unseres Wissens zusammenhängend veröffentlicht wurde, so führen wir hier die Artennamen der uns bekannt gewordenen zur Fasergewinnung verwendeten ost- und südasiatischen Nesseln auf. Diese Zusammenstellung kann jedoch um so weniger auf Vollständigkeit Anspruch machen, als die betreffenden Angaben in einer großen Literatur zerstreut liegen, mithin einige leicht übersehen werden können, und als gewiß manche als Gespinnstpflanze dienende Urticee noch nicht genau botanisch bestimmt wurde.

Von der Gattung Urtica sind als faserliefernd zu nennen: cannabina Lin., japonica Lin., crenulata Roxb., heterophylla Wall. und virolenta Wall.; von der Gattung Böhmeria: nivea Hook., tenacissima God., clidemaides Miq., diversifolia Miq., sanguineaHassk., candicans Blum., frutescens Blum., makrostachya Wall., Goglado Wall und salicifolia Don.; endlich von dem Genus Leucocnide die Species: candidissima Miq. und alba Miq.[2])

Die meisten dieser Nesseln finden nur eine räumlich beschränkte Verwendung, so z. B. Urtica japonica blos in Japan, U. cannabina in einigen Distrikten Sibiriens, Urtica virolenta zu Gurwal in Hindostan die Leucocniden auf Java u. s. w. — Eine ausgedehnte Verwendung dürfte, nach allen in der Literatur enthaltenen Daten zu schließen, blos die Faser von Böhmeria nivea (Urtica nivea) und B. tenacissima (U. tenacissima Roxb.) finden. Beide Gewächse werden nicht nur in Indien, China, Japan, auf den Sundainseln und Molukken als Faserpflanzen kultivirt; die Einführung der aus beiden dargestellten

---

[1]) Die Beobachtungen Ungerer's über das Chinagras habe ich bereits vorläufig in Dingler's polytechn. Journal Bd. 193 p. 158 ff.) angezeigt. W.

[2]) Vergl. hierüber: Royle l. c. p. 344 ffd. und 371 ffd. Junghuhn: Java, deutsch von Haßkarl I. p. 174 ffd. und p. 329 und Miquel, Sumatra p. 96 ffd.

Fasern in die europäische Industrie hat auch dahin geführt, diese Pflanzen in Nordamerika zu acclimatisiren und die letztere selbst für Europa als Kulturpflanze vorzuschlagen. Einige der untenfolgenden Beobachtungen werden lehren, daß für die europäische Landwirthschaft wohl nur wenig Hoffnung vorhanden ist, aus dieser Pflanze praktischen Nutzen zu ziehen, wenn auch ihre Acclimatisation im mittleren Europa auf wenige Hindernisse stößt. Es kann hier nicht der Ort sein, auf die Acclamatisationsfrage der genannten Gewächse einzugehen, noch auch über den Handel, über Gewinnung und Verwendung dieser Fasern zu sprechen. Die Aufgabe der nachfolgenden Zeilen soll blos darin bestehen, die Unterscheidungsmerkmale dieser Fasern so strenge als möglich zu entwickeln. Gerade hierüber liegt fast nichts vor. Unsere Vorgänger haben über diese Fasern nur höchst oberflächliche Beobachtungen veröffentlicht.

Es ist uns gelungen, zu den im Nachfolgenden mitgetheilten Untersuchungen zuverläßliches Material, nämlich Stengel und Herbarexemplare der beiden zuletzt genannten Urticeen zu acquiriren. Die untenfolgenden Daten beziehen sich direkt auf die Bastzellen von Böhmeria tenacissima und nivea. — Vergleiche jener Baste und Fasern, welche aus Ost- und Südostasien unter dem Namen Chinagras oder Ramié nach Europa gelangen mit dem Originalmateriale, scheinen darauf hinzudeuten, daß hin und wieder auch andere Urticeenfasern als die von Böhm. niv. und tenac. unter diesen Namen hieher gelangen. Aber die Eigenschaften der Bastfasern der Urticeen gehen doch nicht so weit auseinander, als daß mit Zugrundelegung der unten angegebenen Charaktere eine grobe Verwechslung mit andern Pflanzenfasern möglich wäre.

Die Bastfasern der Böhmeria nivea und tenacissima werden im europäischen Handel mit den Namen Chinagras (China grass) und Ramié bezeichnet. Als Chinagras wird gewöhnlich die Faser der ersteren, als Ramié (oder Ramie, auch Rhea fibre in England) die der letzteren angesprochen. Die beiden Namen werden jedoch manchmal auch im umgekehrten Sinne gebraucht. Da aber die beiden Rohstoffe in den Eigenschaften beträchtlich auseinander gehen, so ist die Verwechslung der Namen nicht gleichgültig. Im Nachfolgenden wird unter Chinagras blos die Bastfaser der Böhmeria nivea, unter Ramié blos die Bastfaser von B. tenacissima verstanden.[1])

Im anatomischen Baue zeigen die Stengel von Böhm. niv. und B. ten. nur geringe Unterschiede. Die Stengel sind zur Zeit der Einsammlung von einer farblosen bis braunen Oberhaut umkleidet, welche aus kleinen entweder farblosen oder bräunlich gefärbten sehr kleinen Epidermiszellen (Länge = 0·015 Mill.) besteht. Von letzteren verlängern sich einige zu kurzen starren, kegelförmigen Haaren. Kleine einzellige Haare treten ziemlich häufig, große mit freien Augen schon sichtbar nur sparsam auf. Die Oberhaut ist so fest mit dem darunterliegenden chlorophyllführenden Rindenparenchym und noch anderen Gewebselementen verbunden, daß es unmöglich ist, sie auch nur in kurzen Strecken abzuziehen. Was man abzieht ist eine grüne (oder braune) Schichte, welche nicht nur aus Oberhaut besteht, sondern dem noch weit größere Mengen anderer Gewebe anhaften.

An die Oberhaut schließt sich ein Collenchymgewebe an, welches an einem 4—5 Millim. dicken Stämmchen eine radiale Ausdehnung von etwa 0·12 Millim.

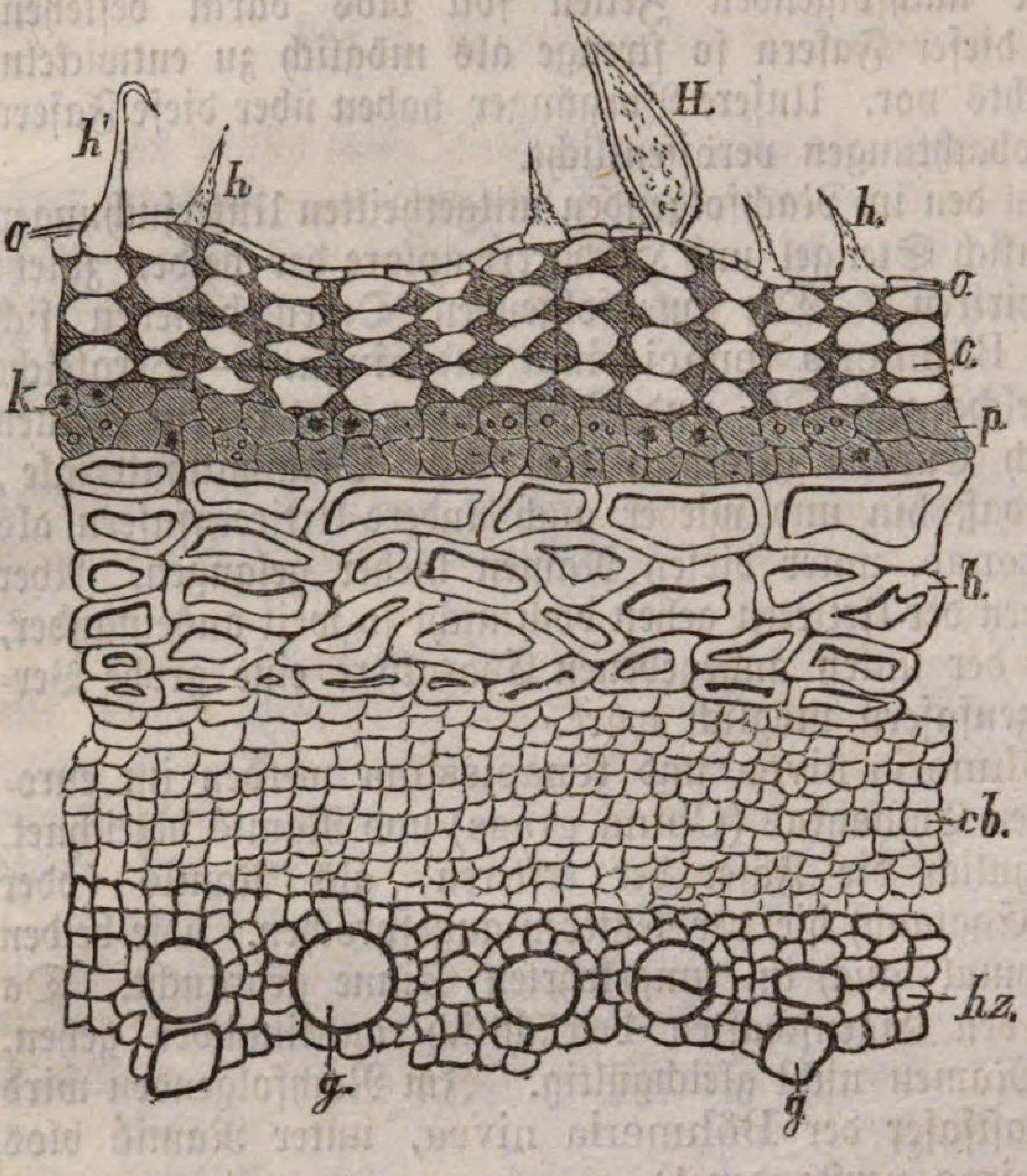
---

[1]) Die Nesselfasern führen in den Heimathländern folgende Namen: Tschu ma (China), Ramee (malayischer Name), Gambe (Celebes), Caloë (Sumatra), Kunkhoora (Rungpore), Pan (Shaw) Tsjo (Japan.)

besitzt. Es besteht aus kleinen, deutlich tangential abgeplatteten Zellen, deren tangentialer Durchmesser etwa 0·041 Millim. mißt.

Hinter der Collenchymschichte liegt ein aus kleinen Parenchymzellen gebildetes, nach außen und innen hin scharf begrenztes Gewebe. Die Mehrzahl der Zellen dieses Gewebes führt ergrüntes Plasma oder Chlorophyllkörner. Einzelne Zellen führen Krystallaggregate von oxalsaurem Kalke. Der Durchmesser dieser Parenchymzellen ist noch kleiner als jener der Collenchymzellen.

Fig. 2.



Querschnitt durch den Stengel von Urtica tenacissima.

Vergrößerung 300. o Oberhaut; h h H Haare; c Collenchym; p Rindenparenchym, dessen Zellen theils Chlorophyll, theils oxalsauren Kalk (k) führen; b Bastzellen; cb Cambiumzellen; hz Holzzellen; g Gefäße.

Oberhaut, Collenchym und Rindeparenchym hängen so innig zusammen, daß es nicht gelingt, die Oberhaut als solche abzuziehen; immer haften beim Versuche, die Haut des Stengels zu isoliren, die beiden andern Gewebe der Epidermis an. Selbst ein Theil der Bastzellen wird nicht selten gleichzeitig mitgerissen. Häufig löst sich jedoch das Rindenparenchym nicht völlig vom Baste los, sondern haftet diesem nur stellenweise an.

Höchst merkwürdig sind die morphologischen Verhältnisse der unmittelbar an das Rindenparenchym sich anschließenden Bastzellen. Sowohl bei Böhmeria nivea als bei B. tenacissima zeichnen sich diese Zellen durch die enorme Größe des Querschnittes aus, welche um so deutlicher hervortritt, als die Elemente der umliegenden Gewebe sehr kleine Dimensionen zeigen. Die Bastzellen sind tangential stark abgeplattet. Abgesehen von dieser Eigenthümlichkeit, welche fast an jeder Bastzelle des Böhmeria-Stengels erkennbar und häufig scharf ausgeprägt ist, haben die Querschnitte dieser Zellen höchst unregelmäßige Formen. Die Verdickung der Zellwand ist eine für Bastzellen geringe. Sowohl bei Böhmeria nivea als B. tenacissima kommt in der Regel ein weites Lumen vor, dessen Durchmesser nicht selten 4/5 des gesammten Zellendurchmessers beträgt. Verhältnißmäßig gering ist die Zahl der Bastzellen, deren Lumen auf eine (parallel der Oberhaut des Stengels liegende) Fläche reduzirt erscheint. Die Enden der Zellen sind schwierig aufzufinden. So viel wir gesehen haben, sind dieselben stumpf und etwas kolbenförmig verdickt. Der Breiten und Dickenverlauf der Bastzellen ist ein ziemlich regelmäßiger; continuirlich nimmt die Dicke von den Enden gegen die Mitte hin zu.

An die Bastzellen schließt sich ein zartwandiges cambiales Gewebe und an dieses der Holz- und Markkörper der Stengel an.

Bei der Kultur der Böhmeria tenacissima in unseren Gegenden ändert der anatomische Charakter der Stengel mehr oder weniger ab. Die als Kalthauspflanzen gezogenen Individuen ließen bis auf eine schwächer entwickelte Bastschichte keinerlei weitere Unterschiede erkennen. Exemplare, welche zu Pettau in Niederösterreich im freien Grunde gezogen wurden, differirten schon auffälliger von der ostasiatischen Pflanze. Ihre Stengel erscheinen dem freien Auge ganz kahl (mikroskopische Haare kommen vor), das Collenchym ist verhältnißmäßig stärker entwickelt; hingegen ist die Bastschichte nicht nur so dünn, daß sie offenbar zur Fasergewinnung nicht tauglich ist, sondern auch die Querschnitte der Bastzellen sind merklich kleiner als an der geschützt gezogenen und der ostasiatischen Pflanze.

Sowohl aus Böhmeria nivea als aus B. tenacissima, werden zwei völlig verschiedene Produkte abgeschieden, nämlich der rohe Bast und eine feine, weiße, baumwollartige Faser. Die beiden Pflanzen liefern direkt den Bast, welcher mehr oder weniger zerfasert ist. Erst aus diesem Rohstoffe wird die feine oder „cotonisirte" Faser abgeschieden. Aus den übrigen faserliefernden Urticeen wird, so viel wir der Literatur entnehmen konnten, blos die rohe Faser gewonnen. Doch ist kaum daran zu zweifeln, daß auch diese Nesseln eine feine, baumwollenartige Faser liefern können.

Böhmeriabast. Der Bast ist überaus zähe, und von weißlicher, gelblicher, grünlicher oder selbst graubräunlicher Farbe. Es ist wahrscheinlich, daß die weißlichen und gelblichen Baste von Böhmeria nivea, die graubräunlichen und grünbräunlichen von B. tenacissima herrühren. Die grünliche Färbung kann sowohl bei der ersteren als bei der letzteren vorkommen und rührt von kleinen chlorophyllführenden Rindenparenchymresten, welche der Bastfaser anhaften, her. Mit dem Rindenparenchym gelangen kleine Krystallaggregate von oxalsaurem Kalke in die Faser, welche sich dann besonders leicht in der Asche nachweisen, worin sie wohl chemisch, nicht aber morphologisch geändert auftreten. Collenchymreste sind ebenfalls wenn auch nur selten an dem rohen Baste zu bemerken. — Roher Böhmeriabast wird durch schwefelsaures Anilin selbst in den tief gefärbten Varietäten nur wenig gelb gefärbt, ein Zeichen, daß nur kleine Mengen von Holzsubstanz, noch weniger als im Hanf, in diesem Gewebe vorkommen. Hieraus erklärt sich auch die ungemeine Festigkeit und Zähigkeit dieses Bastes. In den Heimathländern wird der Böhmeriabast (und wohl überhaupt der Nesselbast) zur Verfertigung von Schnüren, Stricken, Seilen u. s. w. verwendet. Es ist auffällig, daß die Fasern, welche zur Verfertigung dieser Gegenstände dienen, in allen Eigenschaften mit dem rohen Böhmeriabast übereinstimmen, und sich von diesem nur dadurch unterscheiden, daß sie nicht aus breiten bastartigen Streifen, sondern aus mehr oder minder feinen Fasern bestehen. Die Breite dieser Fasern beträgt meist blos 0·02—·025 Millim. Da diese Fasern von Zellen mit natürlichen Grenzen umgeben sind und im Umfange keinerlei Demolirungen zeigen, so hat die Annahme, daß sie durch eine Art Röste gewonnen wurden, viel Wahrscheinliches.

Der Böhmeriabast ist an den weiten und überaus langen Bastzellen, deren Beschreibung unten bei Betrachtung der cotonisirten Faser folgt, ferner an den Krystallen, welche die Asche dieser Faser stets birgt, zu erkennen.

Die cotonisirte Chinagras- und Ramiéfaser. Die natürliche Bastfaser von Böhmeria nivea und B. tenac. kann nicht unmittelbar mit dem cotonisirten Chinagras und der coton. Ramiéfaser identificirt werden, wenn gleich die beiden letzteren sich fast ausschließlich aus Bastzellen der genannten

Pflanzen zusammensetzen. Der Prozeß des Cotonisirens greift die Bastfasern stark mechanisch an; so zwar, daß an den cotonisirten Fasern Erscheinungen auftreten, welche an der natürlichen Faser nicht zu bemerken sind.

Die natürlichen Bastfasern der beiden Pflanzen stimmen in der Gestalt völlig, nicht aber in den Dimensionen überein. Die Formen der Zellen sind cylindrisch, mit unregelmäßigen Leitlinien, konisch auslaufend, mit abgerundeten Enden und oft unregelmäßigen, jedoch stets abgerundeten Querschnitten. Die Wanddicke ist eine für Bastzellen sehr geringe. Die Maxima des Querschnittdurchmessers der Bastzellen sind bei Böhmeria nivea viel constanter als bei B. tenac. Bei ersterer betragen sie 0·04—0·08; meist 0·05 Millim.; bei letzterer hingegen 0.016—0.126 Millim. Auch die Längen der Zellen wurden an beiden Arten nicht gleich gefunden. Bei Böhmeria nivea steigt nämlich die Länge der Zelle bis auf 22, bei B. ten. blos bis auf 8 Centim. Manche Bastzellen beider Urticeen führen als Wandbeleg eine dünne protoplasmatische Schichte. — Jod und Schwefelsäure färben die Bastzellen direkt ohne jede Vorbehandlung kupferroth bis himmelblau. Merkwürdig ist es, daß die genannte hin und wieder im Zellinneren auftretende Protoplasmaschichte durch Jod eine bläuliche Farbe annimmt. — Kupferoxydammoniak treibt die Bastzellen enorm auf, ohne sie jedoch zu lösen. Schwefelsaures Anilin bringt in den Bastzellen keine Veränderung hervor.

Die cotonisirten Böhmeriafasern bestehen fast nur aus isolirten Bastzellen. Die häufig um ihre Axe gedrehten natürlichen Enden der Bastzellen sind nur selten erhalten und die äußeren Zellwandschichten stark mechanisch angegriffen. Reste der äußeren Zellwandschichten haften den Zellen in Form von langen riemenförmigen Stücken an. An den Enden fehlen die äußeren Zellwandpartien fast immer. Sprunglinien durchziehen reichlich die Fasern. In der Breite weichen die cotonisirten Fasern von den unveränderten Bastzellen nicht merklich ab. Hingegen differiren die Längen beträchtlich. Die meisten Chinagrasfasern sind kürzer als 6 Centim. Ramiefasern wurden von uns merkwürdiger Weise nie länger als 4 Centim. gefunden. Auf dem Querschnitt erscheinen die Wände deutlich geschichtet.

Die Fasern von B. niv. sind stark glänzend und rein weiß, die von B. ten. minder glänzend und etwas gelblich.

Durch Jod und Schwefelsäure wird sowohl das cot. Chinagras als die cot. Ramié kupferroth bis blau gefärbt. Auch an der cotonisirten Faser treten noch jene oben genannten Plasmaschichten auf, welche durch Jod gebläut werden. Selbst durch sehr starke Vergrößerungen konnte in dieser Plasmaschichte die Anwesenheit von Stärkekörnchen nicht nachgewiesen werden.—Kupferoxydammoniak löst die Zellen bis auf die innersten Schichten und bis auf etwaige noch vorhandene Reste anderer, den Bastzellen anhaftenden Gewebe (Collenchym und Parenchym) nach vorhergegangener Aufquellung auf. Schwefelsaures Anilin ruft im Chinagras gar keine Veränderung hervor; hingegen wird die cotonisirte Ramiéfaser durch dieses Rengras schwach gelblich gefärbt. Diese Reaction hat ihren Grund in dem Umstande, daß letztere Faser nicht blos aus Bastzellen besteht, sondern noch kleine Mengen vom Nachbargewebe enthält, deren Zellenwände schwach verholzt sind. Die Anwesenheit von solchen Gewebsresten zeigt sich auch darin, daß die Asche der Ramiéfaser kleine Krystallaggregate führt. (Vergl. oben p. 21.) Die Asche des cotonisirten Chinagrases ist völlig krystallfrei.

Der Prozeß des Cotonisirens besteht entschieden darin, die Bastzellen von

den Nachbargeweben (Collenchym und Rindenparenchym einerseits und Cambium andererseits) zu befreien; ein bekanntlich sehr schwieriger Prozeß, welcher beim Chinagras leichter als bei der Ramié zu gelingen scheint.

Das lufttrockene cotonisirte Chinagras enthält 6·52 Proz. Wasser. Durch 24 Stunden bei 20° C. in einem mit Wasserdampf völlig gesättigten Raume aufbewahrt, steigert sich der Wassergehalt bis auf 18·15 Proz. Die Aschenmenge der trockenen Substanz beträgt 1·70 Proz.

Die lufttrockene cotonisirte Ramiéfaser führt 6·68, im Maximo der Sättigung 18·55 Proz. Wasser. Die trockene Faser liefert 1·91 Proz. Asche.

Studien über die Eigenschaften und Kennzeichen einiger indischer Pflanzenfasern.

Von J. Wiesner.

Kein Land der Erde stellt für die Industrie ein so großes Kontingent von Pflanzenfasern als Indien. Baumwolle und Jute stehen nur zu oberst; sie sind aber nicht die einzigen für den Welthandel bedeutungsvollen vegetabilischen Rohstoffe der Textilindustrie, welche aus Vorder- und Hinterindien und den umliegenden Inseln der europäischen Industrie zugeführt werden.

Eine Zusammenstellung der in Indien zur Fasergewinnung verwendeten wildwachsenden und kultivirten Gewächse findet sich in einem ausgezeichneten Werke, welches der rühmlich bekannte Botaniker J. Forbes Royle [1]) verfaßte, ferner in einer jüngsthin veröffentlichten Abhandlung [2]), worin eine Reihe indischer Faserpflanzen namhaft gemacht wird, welche in Royle's Werk noch nicht enthalten sind, und entweder erst in neuester Zeit zur Abscheidung von Fasern in Verwendung kamen, oder als Faserpflanzen wohl schon seit längerer Zeit verwendet, aber als solche noch nicht weiter bekannt wurden.

Die beachtenswerthesten Pflanzenfasern Indiens und der umliegenden Inseln sind unstreitig Baumwolle, Jute, Sunn (Bast von Crotalaria juncea L.), brauner Hanf [3]) von Bombay (Hibiscus cannabinus L.), Hanf und Flachs, Rameh- und Chinagras (verschiedene Urticeenfasern [4]) Manillahanf (Musa textilis Nees ab Es. etc.) und Coïr (Cocos nucifera L.). Aber auch die Fasern mehrerer Agaven, Aloëen, anderer als der obengenannten Malvaceen, den Gattungen Sida,

---

[1]) The fibrous plants of India fitted for cordage, clothing, and paper. With an account, of the cultivation and preparation of flax, hemp, and their substitutes. London, Bombay, 1855.

[2]) Wiesner, Beiträge zur Kenntniß der indischen Faserpflanzen ꝛc. Sitzungsberichte der kaiserl. Akadmie der Wissenschaften. Bd. 62. II. 1870.

[3]) Ich verstehe hier unter Hanf die Pflanze Cannabis sativa, welche merkwürdigerweise in Indien, ihrer Heimath, als Faserpflanze nicht den Werth und die Bedeutung besitzt, welche die europäische Kulturpflanze sich errang. Der echte indische Hanf hat weder die Schönheit noch die Festigkeit, welche so vielen Varietäten des europäischen Hanfs zukommen. Der ganze chemische Charakter des Hanfs hat sich bei der Kultur in der kalten und gemäßigten Zone umgestaltet. Bei der Acclimatisation des Hanfes in nördlichen Gegenden wurde die Samenmenge, welche die Pflanze liefert, eine geringere, der Gehalt an Harz vermindert, hingegen ist die Bastmenge, wenigstens bei einzelnen Varietäten eine größere geworden. Der narkotische Bestandtheil des indischen Hanfes scheint in der europäischen Pflanze zu fehlen. — Unter Hanf (hemp, chanvre, Ganja im Hindostanischen, versteht man im indischen und ebenso im englischen und französischen Handel sehr verschiedene Fasern nämlich: Brown hemp (Hibiscus canabinus) Bombay hemp (Crotalaria juncea), Dekanee hemp (Hibiscus sp.), Jubbulpore hemp (Crotalaria tenuifolia Roxb.), Coïr hemp (Cocos nucifera), Sisal hemp (Agave sp.), Chanvre Bengal (Jute), Chanvre Haïti (Agave americana) etc.

[4]) Siehe hierüber die vorige Abhandlung.

Abutilon angehörig, mehrer Asclepiadeen, Tiliaceen, Moreen, Ulmaceen, Celtideen und Papilionaceen sind für den indischen Handel von Wichtigkeit.

Leider ist das mir zu Gebote stehende Untersuchungsmaterial nicht so vollständig, als daß ich hätte alle wichtigern indischen Fasern in den Kreis der nachfolgenden Betrachtung ziehen können. In dieser Abhandlung kommen bloß folgende Fasern zur Sprache:

Bastfaser von: Corchorus, capsularis L.
" Corchorus olitorius L.
" Crotalaria juncea L.
" Thespesia lampas Dulz.
" Abelmoschus tetraphyllos Graham.
" Sida retusa L.
" Urena sinuata L.
" Lasiosyphon speciosus Dcn.
" Sterculia villosa Roxb.
" Holoptelea integrifolia Planch.
" Kydia calycina Roxb.
" Sponia Wightii Planch.
" Bauhinia racemosa Lam.
" Cordia latifolia Roxb.

Ich hoffe, daß man es mir nicht verdenken wird, in die vorliegende Arbeit auch einige für die europäische Industrie minder wichtige Fasern einbezogen zu haben; aber ich wollte die nicht häufig wiederkehrende Gelegenheit, in den Besitz von in wissenschaftlicher Beziehung ausreichendem Untersuchungsmateriale gelangt zu sein nicht ungenutzt vorübergehen lassen.

Es ist hinlänglich bekannt, daß, wie verschiedenartig auch die Eigenschaften der vegetabilischen Fasern sind, sie doch im chemischen Verhalten so nahe übereinkommen, daß sich eine genaue Charakteristik auf chemischem Wege nicht geben läßt. Versucht man jene, nur auf wenige Fasern bezüglichen, chemischen Unterscheidungsmerkmale, die sich in den Lehr- und Handbüchern verzeichnet vorfinden, zu wiederholen, so wird man alsbald gewahren, daß sie gar keine Sicherheit in der Erkennung gewähren. Denkt man nun an die große Zahl verschiedener Pflanzenfasern, die nun schon im Handel vorkommen, so wird man erkennen, daß man auf chemischem Wege zu einer Unterscheidung der Fasern nicht gelangen könne, womit jedoch nicht in Abrede gestellt werden soll, daß chemische, namentlich mikrochemische Reaktionen nicht nur ein sehr wichtiges Unterstützungsmittel für die exakte Erkennung der Fasern abgeben, sondern auch in einzelnen Fällen, z. B. bei der Unterscheidung von Flachs oder Hanf von Jute, bei der Unterscheidung von Bombax- und Asklepiaswolle u. s. w. zu ganz sicheren Resultaten führen.

Da die verschiedenen Pflanzenfasern im chemischen Verhalten eine merkwürdige Uebereinstimmung zeigen, so ist wohl von vorn herein schon einzusehen, daß ihre Eigenschaften in dem Verhältnisse ihrer Structur, oder genauer ausgedrückt, in den Dimensionen der Zellen, in der Stärke und Art der Verdickung, welche die Membran der Zelle zeigt, in der Uebereinstimmung oder Verschiedenartigkeit der histologischen Elemente u. s. w. begründet sind; und mithin die morphologischen Eigenthümlichkeiten der Fasern die sichersten Merkmale zu ihrer Unterscheidung darbieten. Es ist dies wohl oft genug schon ausgesprochen worden, aber dennoch ist die Richtigkeit dieser Anschauung noch

nicht zur allgemeinen Geltung gekommen, weil man sich bei der Feststellung der morphologischen Kennzeichen meist damit begnügte, die Fasern direkt im Mikroskope zu betrachten, ohne sie nach wissenschaftlicher Methode zu untersuchen. So kommt es, daß selbst die Morphologie der gemeinen Gespinnstfasern noch nicht genügend festgestellt wurde. — Mancherlei Unrichtigkeiten in der Angabe morphologischer Kennzeichen haben sich dadurch in die Literatur eingeschlichen, daß Verwechslungen bei der Wahl des Untersuchungsmaterials statthatten. Fehlerhafte Angaben, durch so große Irrthümer veranlaßt, finden sich selbst bei dem als Pflanzenanatomen und Physiologen so verdienstvollen Schacht. [1])

In den nachfolgend mitgetheilten Untersuchungen glaube ich keine Vorsicht vergessen zu haben, sowohl was die Wahl des Untersuchungsmaterials als die Methode der Untersuchung anlangt, um zu verläßlichen Resultaten in Betreff der Erkennung der Fasern zu gelangen. Ich halte mich der Mühe überhoben, die Angaben, welche sich über die mikroskopischen Kennzeichen der indischen Faser in der Literatur vorfinden, hier namhaft zu machen, da sich an dieselben schlechterdings nicht anknüpfen läßt, und eine Aufzählung dieser ohne Methode gewonnenen Beobachtungen mir ganz zwecklos erscheint.

Das zur Untersuchung verwendete Material ist ein durchaus zureichendes gewesen, da es mir nicht nur gelang die Fasern, sondern auch die Stammpflanzen (und zwar größtentheils aus deren Heimath) zu erlangen. [2]) So wurde ich in den Stand gesetzt, die botanische Herleitung der Fasern mit aller Sicherheit vornehmen zu können.

Bei den vielen mechanischen Arbeiten, welche die vorliegende Untersuchung erforderte, wurde ich auf das thatkräftigste von Herrn A. Ungerer aus Pforzheim und Herrn stud. chem. Melchior Hock unterstützt. Zahlreiche Wägungen und mikroskopische Messungen wurden von den genannten Herren, und wie ich mich überzeugte, mit größter Genauigkeit ausgeführt.

1) Jute.

Die ungeheueren Massen von Jute, welche in Indien und in der europäischen Industrie verarbeitet werden, stammen von mehreren Corchorus-Arten, Pflanzen aus der Familie der Tiliaceen. Die mikroskopischen Kennzeichen der Bastfasern von Corchorus capsularis und olitorius, welche ich weiter unten ausführlich mittheilen werde, nebst verläßlichen Angaben über die Jutegewinnung in Indien und den umliegenden Inseln, haben das Resultat ergeben, daß die Hauptmasse der Jute des Handels von Corchorus capsularis in kultivirtem Zustande herrührt. Aber auch C. olitorius als Kulturpflanze liefert große Mengen dieses Spinnstoffes für den Handel. Nur sehr unerheblich ist die Menge der Jute, welche von wildwachsenden Corchorusarten (C. capsularis und olitorius) und von kultivirten C. decemanangulatus Roxb. und fuscus L. gewonnen wird.

Ueber die mikroskopischen Kennzeichen der Jute und über ihre Bedeutung als Gegenstand des Handels und der Industrie habe ich mich bereits an einem andern Orte ausführlich ausgesprochen. [3]) Doch glaube ich zur

---

[1]) Die Prüfung der Gewebe 2c. 1853.

[2]) Ueber dieses Untersuchungsmaterial, zum größten Theile durch die k. u. k. österr. Expedition nach Ostasien mir zugekommen s. Wiesner, Beiträge zur Kenntniß der indischen Fasern, l. c.

[3]) Ausland 1869 Nr. 35.

Vervollständigung des Bildes der Eigenschaften und Kennzeichen der Jute hier einiges wiederholen zu sollen.

Die Jute hat in der Regel eine sehr beträchtliche Länge, bis 3·5 Meter, und starken Glanz, wodurch sie sich von den meisten Varietäten des Hanfes und Flaches unterscheidet. Doch giebt es einzelne Varietäten der Jute, welche bloß eine Länge von 1·5 Meter erreichen. Da zudem auch sehr lange Hanf- und Flachsvarietäten existiren, auch solche vorkommen, z. B. einige italienische Hanfe, welchen ein starker Glanz eigen ist; so ist leicht einzusehen, daß durch Länge und Glanz selbst nicht einmal an der Rohwaare, geschweige in Garn und Gewebe eine sichere Unterscheidung der Jute von den beiden anderen Fasern gelingen kann. Ein besseres Kennzeichen liefert die Einwirkung von schwefelsaurem Anilin, welches die Jute intensiv goldgelb, die Flachsfaser beinahe gar nicht, die Hanffaser nur schwachgelblich färbt, worauf ich zuerst aufmerksam machte. [1]) Aber diese Reaktion ist nur so lange zuverläßlich, als keine andere Faser in Betracht kommt, da, wie die unten folgenden Mittheilungen lehren, noch zahlreiche andere indische Pflanzenfasern existiren, welche durch schwefelsaures Anilin ebenso intensiv gefärbt werden. — Die Farbe der Jute ist sehr variabel; sie variirt von weiß bis zu einem tiefen braun. Frische Jute ist stets nur wenig gefärbt. Durch längere Einwirkung der Luft, namentlich nach oftmaliger Durchfeuchtung, wird sie dunkel. Manche Varietäten dunkeln sehr rasch, andere behalten viel länger eine schwach gelbliche Farbe. — Weiße Jute enthält nur 6 Prozent Wasser. Der Wassergehalt steigt bei dieser Sorte der Faser in einem mit Wasserdampf völlig gesättigten Raume bei mittlerer Temperatur bis auf 26·3 Prozent. Stark bräunlich gewordene Jute enthält lufttrocken über 7·11 und im Maximum der Sättigung 24·01 Prozent Wasser. Die Aschenmenge beträgt 0·9—1·74 Prozent. [2]) — Alle Sorten Jute, sowohl die von Corchorus capsularis als jene von C. olitorius werden durch Jodlösung [3]) goldgelb, auf Zusatz von Schwefelsäure dunkler und nur an den äußersten Faserenden etwas blaugrün gefärbt. Nach Vorbehandlung mit verdünnter Chromsäure, der etwas Schwefelsäure zugesetzt wurde, nimmt die Jute eine blaue Farbe an. Es zeigten dies auch alle jene im Nachfolgenden beschriebenen Fasern, welche direkt durch Jod- und Schwefelsäure nicht blau, sondern bloß gelb oder braun gefärbt wurden. — Kupferoxydammoniak [4]) färbt die Faser nur schwach bläulich und bringt die Zellen nur zu schwacher Quellung. Nach der Auswaschung mit Chromsäure löst sich die Zelle im Reagens vollständig. Auch alle übrigen in dieser Abhandlung beschriebenen Bastfasern, welche direkt durch das genannte Reagens nicht gelöst werden, lösen sich nach Vorbehandlung in Chromsäure vollständig und leicht auf.

Die Bastbündel beider Corchorus-Arten sind in radialer Richtung abge-

---

[1]) S. Ausland 1869 Nr. 35. Die in dieser Abhandlung aufgeführten Daten sind in zahlreiche Journale und einige Werke über Waarenkunde und Technologie, auch zum Theil ohne Quellenangabe, übergegangen.

[2]) Sowohl bei dieser als bei den folgenden Fasern wurde zuerst die lufttrokkene Faser gewogen, dann in den mit Wasserdampf gesättigten Raum gebracht und nach 24 Stunden gewogen, dann erst wurde sie im Luftbade so lange getrocknet, bis sie keinen Gewichtsverlust gab, und schließlich verascht.

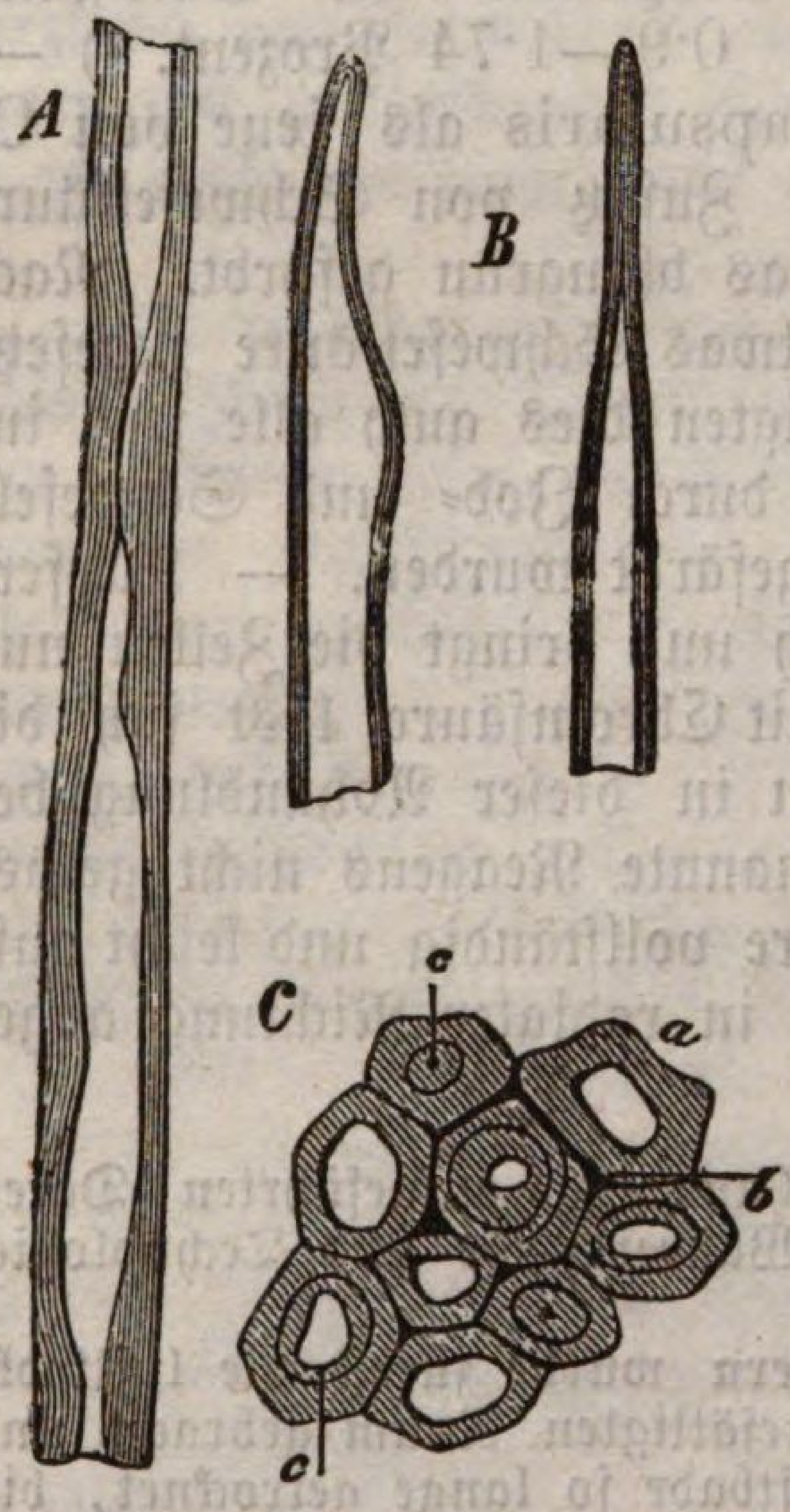
[3]) Die Jodlösung, welche zu diesem und den folgenden Versuchen verwendet wurde, war eine weingeistige und enthielt 0·16 Proc. Jod.

[4]) Es wurde das durch Einwirkung von wässerigem Ammoniak auf Kupferspäne gewonnene Kupferoxydammoniak in diesem und allen nachfolgenden Versuchen nur so lange verwendet, als es rasch zerstörend auf Baumwolle wirkte.

plattet. Der Querschnitt des Bündels von C. capsularis ist etwas unregelmäßiger als bei C. olitorius. Die Breite der Bündel, wie sie erscheint, wenn die unveränderte Faser, ihrer Länge nach ausgebreitet wird, beträgt in der Regel 0·0345 bis 0·1370, meist etwa 0·08 Millimeter. Seltener steigt die Faserbreite, namentlich an den unteren Enden weit über die angegebenen Grenze. Ebenso kommt es nur selten vor, daß die Faserbündel bis auf die einzelnen Bastfasern zerlegt erscheinen. Die Bastbündel der Corchorus-Arten setzen sich bloß aus Bastzellen zusammen; ein Bastparenchym (gefächerte Bastzellen) habe ich, trotz emsigen Suchens darin nicht aufgefunden. Wellenförmige Contouren einzelner Baststellen oder Bastbündel finden sich an der Jutefaser hin und wieder vor. Die Bedeutung dieser merkwürdigen Bildungen werde ich bei der Besprechung der Faser von Thespesia Lampas, an welcher diese Bildungen typisch auftreten, erläutern.

Durch Chromsäure oder durch Erwärmen in Kalilauge kann man die Bastbündel beider Jutepflanzen in ihre Elementarbestandtheile zerlegen. Die aus dem gegenseitigen Verbande tretenden Bastzellen lassen sich dann leicht messen; ihre Länge steigt bis zu 4·1 Millimeter. In Betreff der Länge finde ich keinen Unterschied zwischen den Bastzellen von Corchorus olitorius und C. capsularis. Hingegen ergeben sich bemerkenswerthe Unterschiede in den Querdurchschnittsmessern. Es haben nämlich die Bastzellen von Corchorus capsularis eine maximale Breite von 0·01—0·021 meist von 0·016, die von C. olitorius eine größte Breite von 0·016 bis 0·032, meist von 0·020 Millimeter. Man hat bis jetzt bei der Messung von Fasern nicht darauf geachtet, die größten Breiten jeder einzelnen Zelle zu messen, sondern begnügte sich damit, irgend einen beliebigen Querdurchschnittsmesser zu messen. Man erhielt dadurch ganz werthlose Zahlen. So kommt es, daß die unteren Grenzen der Dicken überall als zu klein sich herausstellen. In dieser Abhandlung sind nur die Maxima in die Grenzwerthe der Breiten einbezogen worden. [1])

Fig 3.



Vergrößerung 300. A. Fragmente isolirter Bastzellen der Jute. B. Querschnitt durch ein Faserbündel der Jute. C. Intercellularraum; cc. Lumina der Zellen.

Die Enden der Bastzelle von C. capsularis und C. olitorius ergeben merkliche Unterschiede. Die Form beider ist allerdings die gleiche, nämlich langausgezogen kegelförmig; aber erstere sind meist schwach, letztere stark verdickt.

Es ergeben sich mithin bedeutende Unterschiede zwischen dem Baste von C. capsularis und jenem von C. olitorius, was früher bestritten wurde.

Sehr eigenthümlich ist die Verdickung der Zellwand bei den Bastzellen der Jute. Auf dem Querschnitt zeigen sich die verschiedensten Größen in den Hohlräumen der Zelle. An mancher Zelle erscheint das Lumen nur punktförmig, an der andern so groß, daß man eine sehr dünnwandige Zelle vor sich zu haben glaubt. Betrachtet man nun irgend eine beliebige der Länge nach im Gesichtsfelde des Mikroskops liegende Bastzelle, so erkennt man sofort, daß die Verdickung der

---

[1]) Vgl. hierüber auch die drei vorhergehenden Abhandlungen.

Zellwand im Längenverlaufe eine äußerst variable ist, so daß die Zelle stellenweise dünn, stellenweise so stark wie eine Leinenbastzelle verdickt erscheint, so zwar, daß ein höchst merkwürdiger Nichtparallelismus des äußern und innern Contours der Zellwand zu Stande kömmt. Diese morphologische Eigenthümlichkeit genügt, um die Jute von vielen andern Fasern, z. B. Flachs, Hanf, Baumwolle, Manillahanf, neuseeländischem Flachs u. s. w. unterscheiden zu können. Als ich diese Eigenschaft der Jutefaser auffand, wußte ich noch nicht, daß auch anderen Bastzellen dieselbe Ausbildung der Wand zukommt. Die nachfolgenden Untersuchungen werden zeigen, daß auch die Bastzellen einiger anderer Pflanzen (Malvaceen) ein ähnliches Verhalten zeigen, und mithin dieses Formverhältniß allein noch nicht berechtigen kann, auf Jute zu schließen.[1])

Die Rohfaser, welche im europäischen Handel als Jute bezeichnet wird, stammt nicht immer von Corchorus-Arten ab; es werden, wie ich gefunden habe, auch die Bastfasern mehrerer anderer indischer Gewächse, der Jute substituirt. Wie ich früher schon vorläufig mittheilte, dient der Bast zweier wildwachsender Malvaceen (Abelmoschus tetraphyllos und Urena sinuata) zu diesem Zwecke. — Es wird weiter unten über die Eigenschaften und Kennzeichen dieser Fasern ausführlich abgehandelt werden. Hier sei nur erwähnt, daß ein einfaches Erkennungsmittel für diese Fasern in ihrer Asche gefunden wurde. Die Asche der Corchorus-Fasern ist nämlich völlig krystallfrei, während in der Asche der genannten Malvaceenfasern, wie unten noch näher auseinandergesetzt werden wird, stets Krystalle auftreten. Ich bemerke hier noch, daß ich in der Asche aller von mir untersuchten Malvaceenbaste (selbst bei Gossypium-Arten) ähnliche Krystalle, über deren Eigenschaften ich weiter unten berichten werde, aufgefunden habe.

2) Sunn.

Dieser Gespinnststoff besteht aus Bastbündelfragmenten der in Indien wildwachsenden und daselbst auch als Gespinnstpflanze cultivirten Crotalaria juncea, einer zu den Papilionaceen gehörigen Pflanze. Der Name Sunn ist hindostanisch. Der Sanskritname hierfür ist Sana. In Bengalen heißt sie Ghore Sun oder Meesta pat, in Kalkutta Sunn hemp. Andere indische Namen hiefür sind: Kenna, Janapa, Shanapum, Madras hemp, Conkanee hemp, Bombay hemp und Salsette. Auch Brown hemp hat man diese Faser genannt. Gewöhnlich wird aber dieser Name auf die Bastfaser von Hibiscus cannabinus angewendet. Die letztgenannte Faser wurde schon oft als Sunn angesprochen. Proben von im englischen Handel vorkommenden Sunn erwiesen sich als Crotalariabast. In Indien wurden auch noch andere Crotalaria-Arten zur Fasergewinnung benützt, und zwar Crotalaria Burhia Hamilt. zu Sindh im Südwesten Hindostans, retusa L. und tenuifolia Roxb. (Jubbulpore hemp). Im Nachfolgenden ist bloß von der Bastfaser von Crotalaria juncea die Rede.

Der Sunn besteht aus verschiedenen feinen, etwas durcheinander gewirrten Fasern, die diesem Spinnstoff ein wergartiges Aussehen geben. Die einzelnen Fasern erreichen eine Länge bis zu 5 Decimetern. Die meisten Fasern (Bast-

---

[1]) Ich führe die Morphologie der Fasern hier nur soweit aus, als es die Charakteristik derselben erfordert. Die vom Standpunkte der Histologie bemerkenswerthen morphologischen Eigenschaften der indischen Fasern habe ich an anderer Stelle veröffentlicht (Wiesner, Beiträge zur Kenntniß der indischen Faserpflanzen u. s. w. Abschnitt II.: Beobachtungen über Bastzellen).

bündelfragmente) sind sehr stark abgeplattet, bandförmig; ihre Breite schwankt zwischen 0·02—0·352 Millimeter.

Höchst merkwürdig ist das Verhalten dieser Faser gegen Wasserdampf. Im lufttrockenen Zustande führt sie bei mittlerer Temperatur bloß 5·31 Prozent Wasser. In mit Wasserdampf vollkommen gesättigtem Raume steigt der Wassergehalt bloß bis 10·87 Prozent. Es ist dies gewiß höchst auffallend, da alle anderen von mir bis jetzt untersuchten Bastfasern viel höhere Zahlen ergaben; sie führten lufttrocken 7—9, und mit Wasserdampf gesättigt 16—22 Prozent Wasser.

Die Farbe des Sunn's ist blaßgelblich und ziemlich stark glänzend. Trotz dieser gelblichen Färbung ist die Faser doch nur sehr wenig verholzt, wie folgende Reaktionen lehren. Schwefelsaures Anilin färbt den Sunn nur ganz schwach gelblich, etwa wie Hanf; Jod färbt gelb und nach Zusatz von Schwefelsäure roth; Kupferoxydammoniak färbt direkt, ohne alle Vorbehandlung mit Chromsäure oder Alkalien, die Faser blau, bringt sie zur Quellung und schließlich zur Lösung.

Die zur Längenmessung der Zellen nöthige Isolirung der Gewebselemente gelingt leicht sowohl durch Chromsäure als durch Natronlauge. Da aber die durch das erstere Reagens aus dem Verbande gebrachten Elementarorgane bei der Behandlung leicht reißen, und zwar auf eine ganz eigenthümliche Weise ihren Zusammenhang verlieren, so ist die Anwendung von Natronlauge vorzuziehen. Es stellt sich nach vollzogener Isolirung zunächst heraus, daß jene Bastbündelfragmente, welche den Sunn zusammensetzen, aus prosenchymatischen und parenchymatischen Elementen bestehen. Die Länge der Bastzellen schwankt zwischen 0·5—6·9 Millimeter; fast immer jedoch liegen die Längen zwischen 4·5—6·9 Millimeter. Die Maxima der Breiten dieser Zellen sind auffallend groß; sie schwanken zwischen 0·02 bis 0·042 Millimeter. Es zählen mithin die genannten Zellen zu den breitesten Bastzellen, die man bis jetzt kennt. Bemerkenswerth sind die Gestalten, welche die Enden der Zellen aufweisen. Die Enden sind nämlich stets stumpf, und selbst bei deutlich konischem Verlaufe der Zelle am Ende halbkugelförmig abgerundet. Die Enden sind meist stark verdickt, was man von dem übrigen Zellkörper nicht aussagen kann, da dessen Wanddicken fast stets nur 1/9 bis 1/3 des zugehörigen Querschnittsdurchmessers der Zelle betragen. Während die Schichtung der Membranen dieser Zellen durch Chromsäure sehr deutlich hervortritt, erscheint nach dem Kochen in Natronlauge eine deutliche spiralige Streifung. Durch Quetschung ist die Streifung nicht, wohl aber durch kaltes Kupferoxydammoniak zu erzielen. — Merkwürdig ist das Verhalten der mit Chromsäure durch längere Zeit behandelten Bastzelle. Fährt man über sie mit der Nadel hin, so schieben sich die äußeren Verdickungsschichten in mehr oder minder großen, mehr oder minder deutlich erhaltenen Blättern oder Kegelmänteln ab. — Die parenchymatischen Elemente der Bastbündeln bilden ein aus zartwandigen, meist 0·032 Millimeter langen und 0·022 Millimeter breiten Zellen bestehendes Bastparenchym, welches keinerlei Einschlüsse führt. — Die Asche der Faser ist völlig krystallfrei.

3) Thespesia lampas.

Diese Malvacee wird im Bezirke Concan (Hindostan), wo sie in großen Massen wild wächst, zur Fasergewinnung benützt. Die Baststreifen, welche sich von den Stämmen ablösen lassen, haben eine Länge von 1—1·8 Meter und eine Breite von 0·5—3 Centimeter. Die ganzen Baststücke zeigen eine große Festigkeit und werden als solche wie Bast verwendet. Feine Fasern

von 5—12 Centimeter Länge lassen sich leicht vom Baste ablösen. Solche Fasern geben ein dem Sunn gleiches Spinnmaterial.

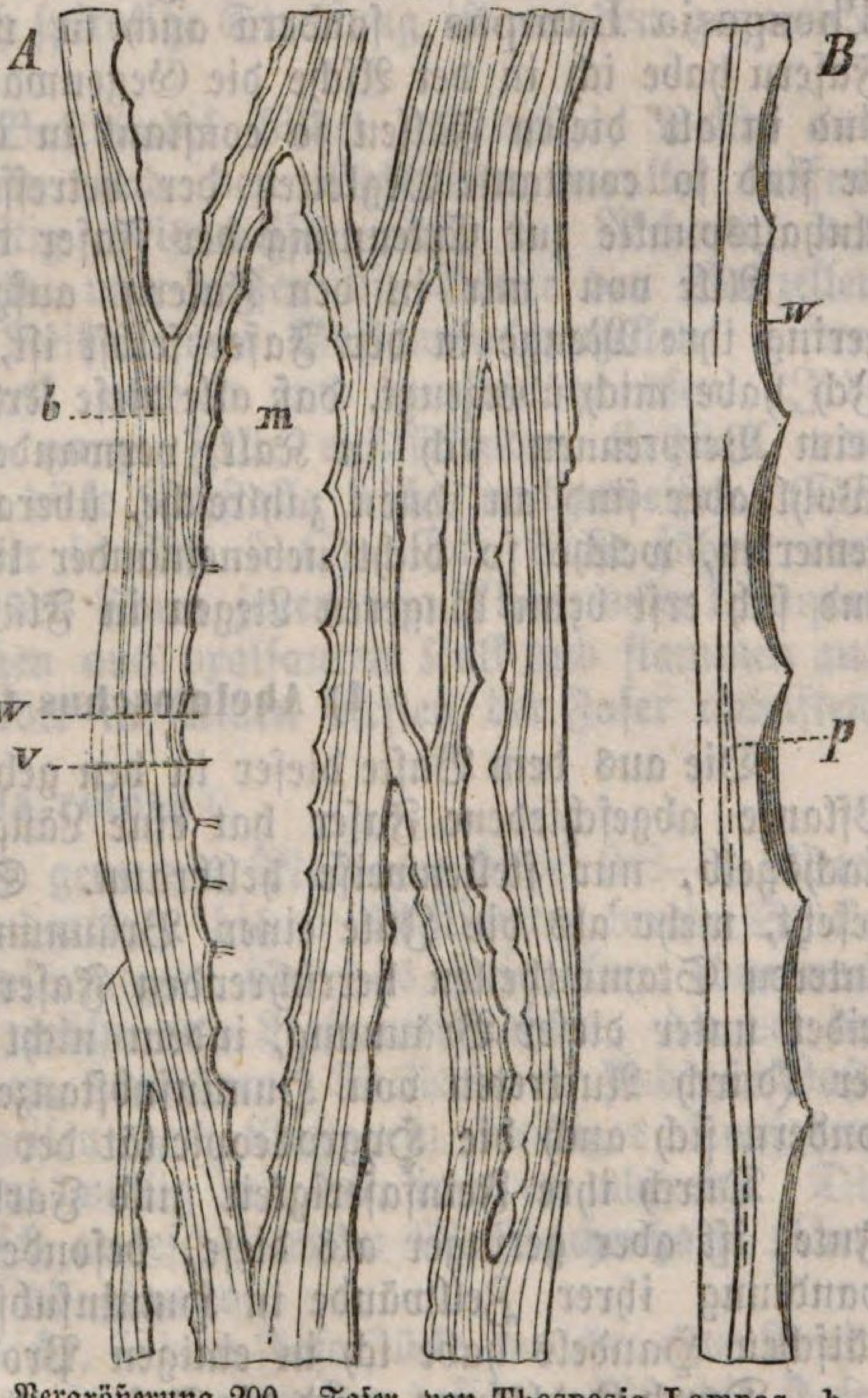
Die vom untersten Stammtheile herrührenden Bastpartien sind bräunlich gefärbt. Sonst ist der Bast weiß, mit einem Stich in's Gelbliche. Die innere Partie des Bastes, welche an der Pflanze dem Holzkörper zugewendet war, ist feinfaseriger und glänzender als die äußere, und beinahe rein weiß. Die äußeren Bastpartien setzen sich aus netzförmig verbundenen Bastbündeln zusammen, welche von Hohlräumen durchbrochen sind, an deren Stelle am Stamme die Bastmarkstrahlen lagen. Die Bastbündel haben eine mittlere Breite von 0·3 Millim.

Jodlösung färbt die Faser goldgelb. Auf Zusatz von Schwefelsäure wird die Farbe etwas dunkler. — Kupferoxydammoniak färbt die Zellen schwach bläulich und bringt eine schwache Aufquellung hervor. — Schwefelsaures Anilin färbt die Faser intensiv goldgelb.

Die lufttrockene Faser führt 10·83 Prozent Wasser. In mit Wasserdampf gesättigtem Raume nimmt die völlig trocken gedachte Substanz bei mittlerer Temperatur 18·19 Prozent Wasser auf. Die trockene Faser liefert 0·70 bis 0·89 Prozent Asche. Der Bast setzt sich aus Bündeln zusammen, welche von scharf zugespitzten Hohlräumen (Markstrahlräume) durchsetzt sind. Die Bastbündel bestehen blos aus Bastzellen, die Markstrahlenzellen sind beinahe gänzlich zerstört.

Die Bastzellen, welche die Markstrahlräume begrenzen, sind wellig konturirt. Die Länge einer Welle entspricht der Länge einer Markstrahlzelle, und beträgt 0·016—0·056, meist 0·046 Millim. Diese Wellenformen sind an jeder Faser, die man vom Baste abtrennt, unschwer nachzuweisen.

Fig. 4.



A. Vergrößerung 200. Faser von Thespesia Lampas. b. Bastbündel; m. Markstrahlenraum; w. Welle, entsprechend der Länge einer Markstrahlenzelle; v. Rest der Wand einer Markstrahlenzelle. B. Vergrößerung 600. Bruchstücke einer Bastzelle von Thespesia Lampas; w. Welle; p. Poren.

Die Bastzellen lassen sich durch Chromsäure leicht aus dem Verbande bringen, und kann dann ihre Länge leicht ermittelt werden. Sie schwankt zwischen 0·92—4·7 Millimeter. Im allgemeinen sind die Bastzellen der inneren Bastlagen kürzer als die äußeren. Der größte Querdurchmesser der Bastzellen beträgt 0·012—0·21, meist 0·016 Millimeter. Die Dickenzunahme der Zelle erfolgt von den Enden der Zelle gegen die Mitte hin ziemlich regelmäßig. Kleine Unregelmäßigkeiten kommen indeß fast an jeder Zelle vor. Die Enden der Bastzellen sind sehr langgestreckt konisch, und haben meist eine etwas abgerundete Spitze. Der Querschnitt der Bastzellen ist polygonal, 4—6seitig (Fig. 4). — Die Verdickung der Bastzellen ist meist eine so starke, daß der Hohlraum der Zelle auf eine dunkle Linie reducirt ist. Nicht

selten ist die Wanddicke so mächtig, daß gar kein Hohlraum vorhanden zu sein scheint; in diesem Falle tritt das Zell-Lumen erst nach Einwirkung von Chromsäure hervor. Erscheint das Zell-Lumen doppelt konturirt, dann laufen die äußeren Zellgrenzen den inneren nicht parallel, ein Verhältniß, welches ich zuerst bei der Jute aufgefunden habe. Porenkanäle sind an den Bastzellen nicht selten zu bemerken, an den Enden der Zellen häufiger als in der Mitte. Die Poren der Zellwand erscheinen schief, spaltenförmig und kurz, im Querschnitte überaus fein und bogig gekrümmt. Eine gabelförmige Theilung des Porenkanals kommt häufig vor; auch scheinen die Poren zweier benachbarter Zellen manchmal durch Tüpfel verbunden zu sein. Die äußeren Partien der querdurchschnittenen Bastzellen werden durch Chromsäure in parallele Schichten zerlegt. Die gequetschte Bastzelle zeigt eine feine spiralförmige Streifung.

Wie schon erwähnt, ist das Gewebe der Bastmarkstrahlen in der Faser theils gar nicht mehr, theils nur rudimentär vorhanden, und es bedarf langen Suchens, bis man Zellen dieses Gewebes an der Faser vorfindet. In den Markstrahlenzellen finden sich Krystallgruppen. Wie schwer es hält, diese Krystallaggregate direkt an der Faser aufzufinden, so leicht ist es, dieselben in der Asche nachzuweisen. Verbrennt man eine größere Partie der Faser, so wird dieselbe zum größten Theile zerstört; die Krystalle aber bleiben in morphologisch unverändertem Zustande zurück. Nicht nur in der Faser der Thespesia Lampas, sondern auch in mehreren anderen der nachfolgenden Fasern habe ich in der Asche die Gegenwart von Krystallen nachgewiesen. Sie sind in all' diesen Fällen so constant in ihrer Form, ja sogar in der Größe, sie sind so constante Begleiter der betreffenden Fasern, daß sie sehr wichtige Anhaltspunkte zur Erkennung der Faser darbieten.

Alle von mir in den Fasern aufgefundenen Krystalle lassen sich, so gering ihre Menge in der Faser selbst ist, stets leicht in der Asche nachweisen. Ich habe mich überzeugt, daß alle diese Krystalle aus oxalsauerem Kalk bestehen, beim Verbrennen sich in Kalk verwandeln, ohne ihre Form zu verändern. Wohl aber sind an ihnen zahlreiche, überaus feine mit Luft erfüllte Risse zu bemerken, welche so dicht nebeneinander liegen, daß sie schwärzlich erscheinen, und sich erst beim längeren Liegen in Flüssigkeiten aufhellen.

4) Abelmoschus tetraphyllos.

Die aus dem Baste dieser in den gebirgigen Theilen Hindostans gemeinen Pflanze abgeschiedene Faser hat eine Länge von 0·7 Meter. Ihre Farbe ist flachsgelb, nur stellenweise hellbraun. Sie unterliegt, der Feuchtigkeit ausgesetzt, mehr als die Jute einer Bräunung, deßhalb sind auch alle von den unteren Stammtheilen herrührenden Faserbündel braun. Die Güte der Faser leidet unter dieser Bräunung, indem nicht nur die Festigkeit mit der Zunahme der (durch Auftreten von Huminsubstanzen bedingten) Bräunung abnimmt, sondern sich auch die Hygroscopicität der Faser steigert.

Durch ihre Feinfaserigkeit und Farbe nähert sich diese Faser sehr der Jute, ist aber geringer als diese, besonders wegen der raschen partiellen Verwandlung ihrer Zellwände in Huminsubstanzen. Unter der Jute des europäischen Handels habe ich in einigen Proben diese Faser nachgewiesen.

Durch Jodlösung wird die Faser goldgelb. Auf Zusatz von Schwefelsäure nimmt die Farbe an Intensität zu. Kupferoxydammoniak bläut die Faser und bringt sie zur starken Quellung. Schwefelsaures Anilin färbt die Faser intensiv goldgelb.

Der Wassergehalt der lufttrocknen Faser beträgt 6·8—9·7 Prozent. Im mit Wasserdampf völlig gesättigten Raume steigt der Wassergehalt bis auf 13·0—22·7 Prozent. Die niedersten Wassergehalte entsprechen den flachsgelben, die höchsten den gebräunten Partieen der Faser. Die Aschenmenge beträgt 0·15 Prozent.

Die Faser besteht aus einzelnen oder wenigen netzförmig verbundenen Bastbündeln, welche eine Dicke von 0·03—0·07 Millimeter aufweisen. Hohlräume, von zerstörten Bastmarkstrahlen herrührend, sind auch an dieser Faser leicht aufzufinden, doch sind diese Hohlräume nie so stark wellenförmig konturirt, wie bei Thespesia Lampas.

Die Bastbündel setzen sich aus zweierlei Elementen zusammen, aus Bastzellen und Bastparenchymzellen (gefächerten Bastzellen). Die Bastzellen sind durch Chromsäure leicht zu isoliren. Ihre Länge beträgt 1—1·6 Millimeter. Ihr größter Querdurchmesser schwankt fast stets zwischen 0·008—0·029 Millimeter und beträgt meist nahezu 0·016 Millimeter. Nur selten steigt die Zellbreite bis auf 0·04 Millimeter. Im Allgemeinen sind die breiten Stellen dünnwandiger als die schmalen. Die Mehrzahl der Bastzellen ist dickwandig. Das Lumen solcher Zellen beträgt etwa ein Drittel von der ganzen Zellbreite. Nur selten ist die Verdickung der Zellwand so mächtig, daß das Lumen nur als dunkle Linie erscheint. Ein Nichtparallelismus zwischen dem inneren und äußeren Kontur der Bastzellen kommt auch hier nicht selten vor. Spaltenförmige Poren sind nicht selten. Auch spiralige Streifung ist an den gequetschten Stellen oft zu bemerken.

Das Bastparenchym der Bastbündel bildet Zellenzüge, welche aus einer oder wenigen Zellreihen bestehen und den Bastzellen parallel laufen. Die Bastparenchymzellen sind vierseitig prismatisch, nach der Richtung der Bastzellen etwas in die Länge gestreckt, und weisen die Breite der Bastzellen auf. Dort wo zwei oder mehrere Reihen von Bastparenchymzellen auftreten, sind die Seitenwände relativ stark verdickt und deutlich poröser. Jede dieser Zellen enthält einen fast die ganze Zelle ausfüllenden Krystall von oxalsaurem Kalk. In der Asche sind diese Krystalle leicht nachzuweisen. (Die Form der Krystalle gleicht völlig jener in Fig. 5 C). Die Asche führt aber auch noch Krystallgruppen, welche in der Form jenen von Thespesia Lampas gleichen. Auch diese Aggregate bestehen aus oxalsaurem Kalk und stammen aus Bastmarkstrahlen, welche hin und wieder in kleinen Resten der Faser anhaften.

5) Sida retusa [1])

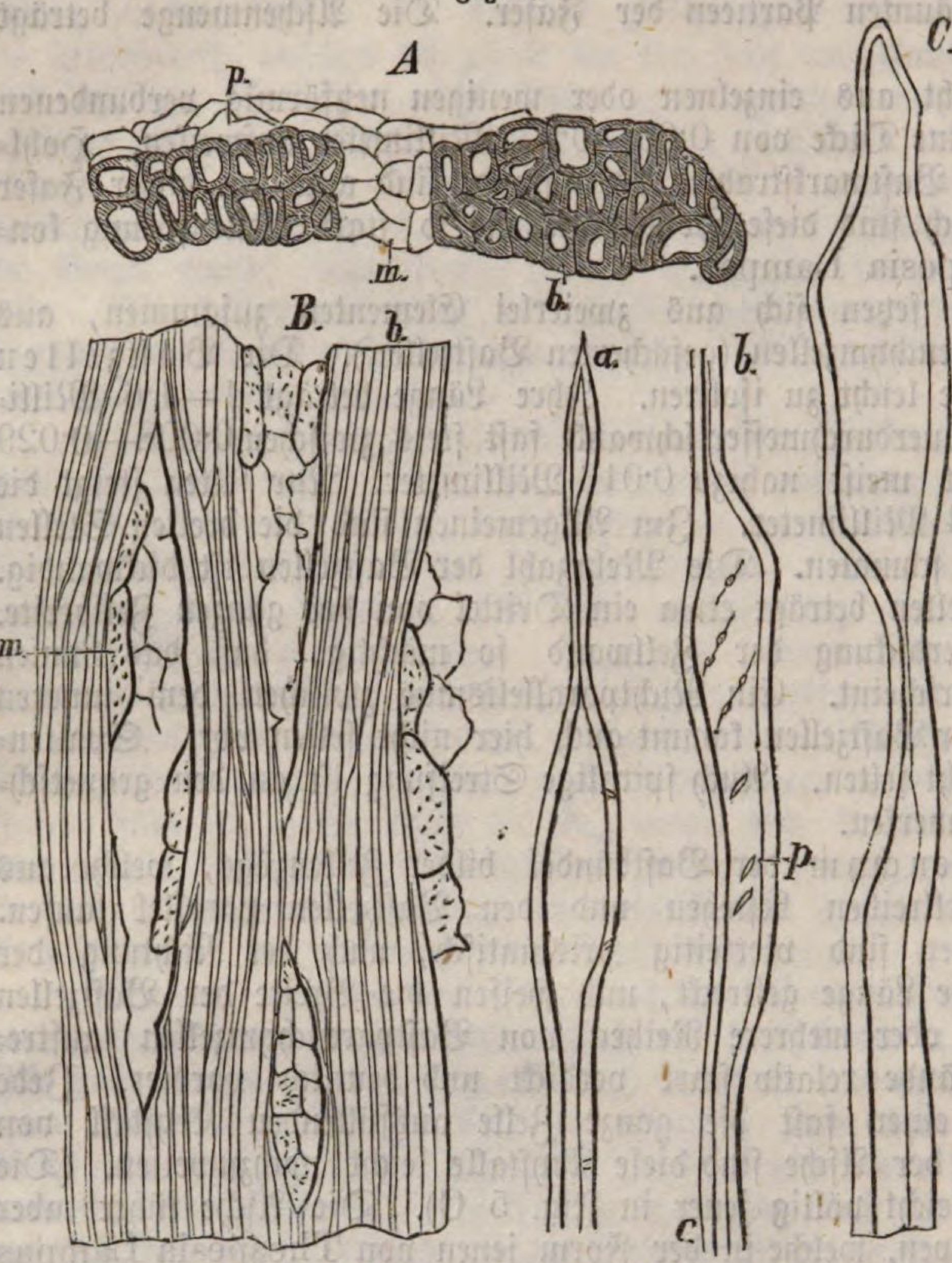
Der Bast dieser in ganz Indien gemeinen Malvacee bildet 0·8—1 Meter lange, theils faserförmige, theils bandartige, bis 6 Millimeter breite Stücke. Breitere Baststreifen sind von spaltenförmigen für das freie Auge eben noch erkennbaren Hohlräumen durchsetzt, welche von Bastmarkstrahlen, die bei der Abscheidung des Bastes zerstört wurden, herrühren. Stellenweise sind die Bastmarkstrahlen noch erhalten und ertheilen dem Baste ein kreidiges Aussehen. Die äußere Seite des Bastes stimmt völlig mit der inneren überein. Die Farbe der Faser gleicht jener von frisch angeschnittenem Weißbuchenholze (Carpinus betulus). Bast und Faser sind glanzlos.

Die Festigkeit ist eine beträchtliche, indem Faserstücke, welche eine Breite von 1/2 Millimeter haben sich nur sehr schwer zerreißen lassen. Wie die Faser

*) Ueber die Fasern anderer Species von Sida s. Royle l. c. p. 262 ffd.

anderer Sida-Arten wird auch diese zur Verfertigung von Stricken und Tauen verwendet. Jodlösung färbt die Faser bräunlich und ruft ferner eine schwärzlich-grüne Punktirung hervor. Diese Punkte entsprechen, wie das Mikroskop lehrt, den noch unverletzten Bastmarkstrahlen, deren Zellen reichlich Stärkekörner führen. Letztere werden durch Jodlösung blau, die umschließenden Zellwände aber gelb, wodurch für das freie Auge Grün als Mischfarbe erscheint. Auf Zusatz von Schwefelsäure tritt das Grün noch deutlicher hervor.

Fig. 5.



Sida retusa. A. Vergrößerung 300. Querschnitt durch den Bast. b. Bastbündel; m. Markstrahlen; p. Rindenparenchym. B. Vergrößerung 300. Ein Stück der Faser, von der Fläche aus gesehen. b. Bastbündel; m. Markstrahlenzellen. C. Vergrößerung 400. Bruchstücke isolirter Bastzellen; p. Poren der Zellwand.

Durch Kupferoxydammoniak werden die Bastbündel anfangs grünlich, später unter beträchtlicher Quellung bläulich gefärbt. Die Markstrahlzellen färben sich sofort blau und quellen merklich auf. Mit schwefelsaurem Anilin behandelt, nimmt die Faser eine intensiv gelbe, stellenweise in's Zimmtbraune geneigte Färbung an. Lufttrocken führt die Faser 7·49, mit Wasserdampf gesättigt, 17·11 Proz. Wasser. Die Aschenmenge beträgt 1·90 Prozent. Der Bast und die Faser bestehen aus Bastbündeln, welche eine Breite von 0·06—0·29 und eine Dicke von 0·4—0·10 Millimeter aufweisen. Zwischen den Bastbündeln liegen Markstrahlen oder häufiger noch Markstrahlenräume. Die Länge der Markstrahlen schwankt zwischen 0·17—3·5, ihre (tangentiale) Breite zwischen 0·02 und 0·23 Millimeter. Sie sind meist lange zugespitzt. Ihre seitlichen Grenzen sind entweder gänzlich wellenlos oder nur schwach ausgebuchtet. Die den Bastzellen unmittelbar anhaftenden Markstrahlenzellen sind dickwandig deutlich poröse, (Fig. 5 B. m.) und langgestreckt, die übrigen kurz und dünnwandig. Die Länge der ersteren beträgt meist 0·075, die Breite 0·042 Millimeter. Häufig sind vom ganzen Markstrahl bloß dessen äußere, dickwandigere Elemente erhalten. Die in den Markstrahlenzellen vorkommenden Stärkekörnchen haben einen Durchmesser von 0·004 Millimeter.

Die Bastbündel bestehen blos aus Bastzellen. Letztere zeigen abgerundete, in tangentialer Richtung meist abgeplattete, häufig unregelmäßige Querdurchschnittsformen. Der Umriß der Zellen ist ein höchst unregelmäßiger, wie sich leicht durch Chromsäure, welche die Bastzellen sehr rasch isolirt, erweisen läßt. Höcker, mehr oder minder tiefe Ein- und Ausbuchtungen, Erweiterungen und Verjüngungen sind beinahe an jeder Bastzelle wahrnehmbar. Die Querschnittsmaxima schwanken zwischen 0·8—2·29 Millimeter. Porenkanäle sind oft, namentlich in der Flächenansicht, anzutreffen. Sie erscheinen in Form feiner, schief verlaufender Spalten.

In der Asche fand ich nur Spuren von Krystallen. Die Mengen derselben in der Faser ist eine ungemein geringe. Niemals habe ich direkt in der Faser Krystalle gesehen.

6) Urena sinuata.

Schon Royle[1]) hat darauf aufmerksam gemacht, daß diese und die nahverwandte Urena lobata einen Bast besitzt, dessen feine Faser selbst feinen Flachs zu substituiren vermag. Beide Pflanzen sind Unkräuter, welche über ganz Indien verbreitet sind.

Die Faser hat in Betreff der Feinheit, des Glanzes und der Farbe viel Aehnlichkeit mit Jute, nähert sich aber in den genannten Eigenschaften noch mehr der Bastfaser von Abelmoschus tetraphyllos und theilt mit dieser die Eigenschaft, besonders in der Feuchte, rasch und stark nachzudunkeln. Die Länge der Faser beträgt 1·2 Meter. Auch diese Faser scheint nach mehreren Beobachtungen an roher und versponnener Jute nicht selten der echten Jute (Corchorus-Bast) substituirt zu werden.

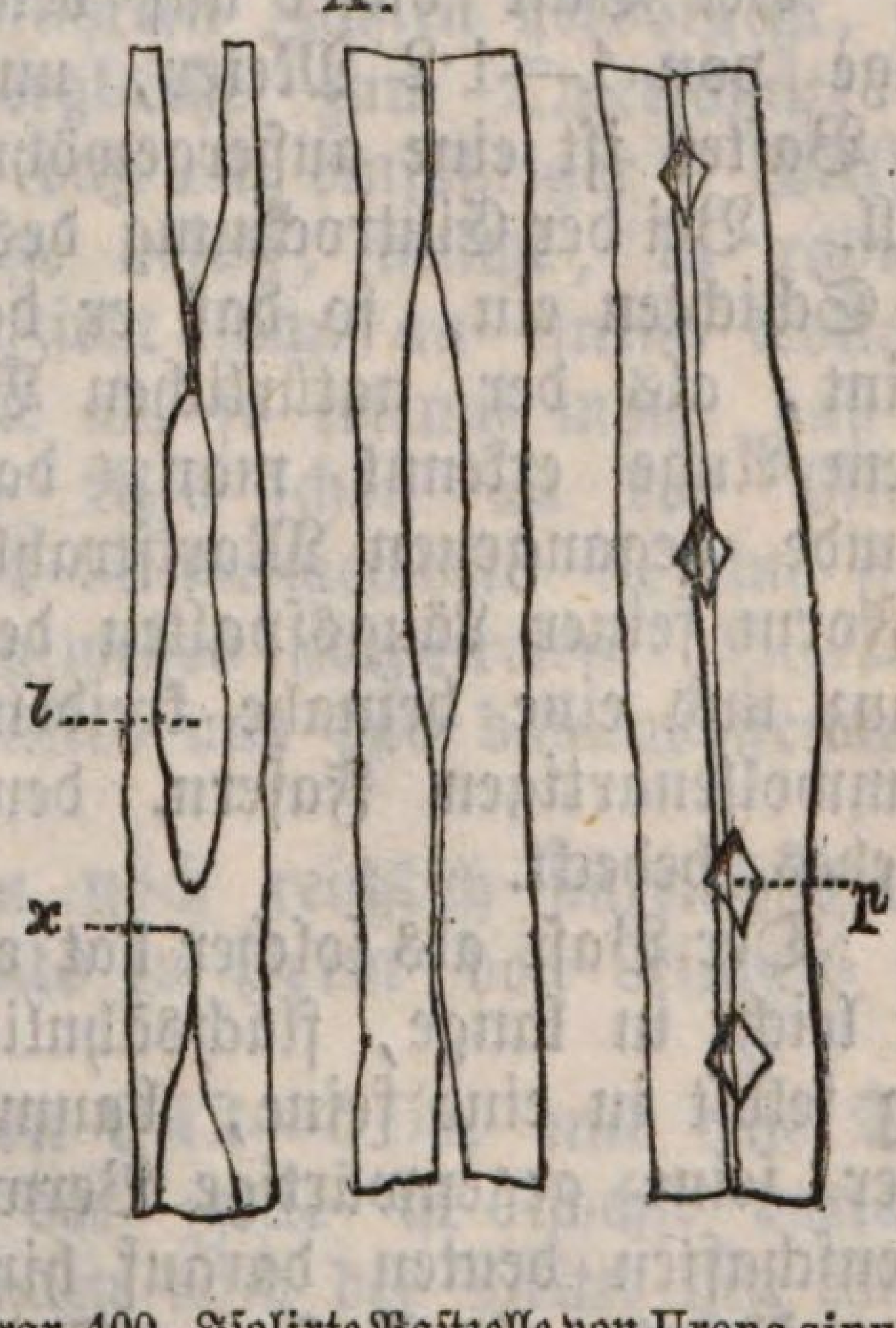
Jodlösung färbt die Faser goldgelb. Auf Zusatz von Schwefelsäure nimmt die Färbung kaum merklich zu. — Kupferoxydammoniak färbt die Faser unter Quellung der Bastzellen blau. — Schwefelsaures Anilin ruft eine goldgelbe Farbe hervor.

Der Wassergehalt der lufttrockenen Faser beträgt 7·02 — 8·77 Proc. Im mit Wasserdampf gesättigten Raume steigt der Wassergehalt bei den noch wenig gefärbten Stücken auf 15·2, bei den bereits braungefärbten auf 16·2 Proc. Die Faser liefert 1·46 Proc. Asche.

Größere Bastmarkstrahlen sind in der Faser nicht mehr zu finden, auch nicht Gewebsreste derselben. Wohl aber erkennt man hier und dort wellenförmige Eindrücke in den Bastzellen, welche die Stellen bezeichnen, wo ehemals die Markstrahlen lagen. Sehr schmale, in der Breite einer Bastzelle gleichkommende Markstrahlen sind in der Faser hin und wieder anzutreffen.

Die Bastbündel sind stets deutlich abgeplattet. Wie der Vergleich mit dem Baste der Stammpflanze lehrt, ist die Abplattung eine radiale. Der längste Durchmesser des

Fig. 6.



Vergr. 400. Isolirte Bastzelle von Urena sinuata. l. Lumen der Zelle, x. Stelle, an der gar kein Lumen zu erweisen ist, p. Poren.

[1]) l. c. p. 263.

Bündelquerschnitts beträgt 0·042—0·197 Millim. Die Bastbündel enthalten zweierlei histologische Elemente: Bastzellen und Bastparenchymzellen.

Die Bastzellen weisen eine Länge von 1·08—3·25 und eine Dicke von 0·009—0·024 Mill. auf. Meist beträgt die Länge nahezu 1·8, die Dicke 0·015 Millim. Die Formen der Bastzellen sind fast stets regelmäßig. Die Dicke nimmt von den stumpfen oder gar abgerundeten Enden ziemlich regelmäßig gegen die Mitte hin zu. Die Verdickung der Zellwand ist eine ungleichförmige, indem der innere Contour der Zelle dem äußeren nicht parallel läuft (Fig. 5, A.). Nicht selten verschwindet an einzelnen Stellen der Bastzelle das Lumen gänzlich. Da man durch Chromsäure und andere Reagentien an diesen Stellen häufig die Gegenwart des Lumens nicht zu konstatiren im Stande ist, so bleibt nichts anderes übrig, als anzunehmen, daß an einzelnen Bastzellen dieser Pflanze Partieen vorkommen, welche gänzlich solid sind. (Fig. 6 x.) Der Querschnitt der Bastzellen ist entweder rundlich oder polygonal. Poren kommen in der Wand dieser Zellen nur selten vor. Wo ich solche an den Fasern bemerkte, erschienen sie in der Flächenansicht rhombisch (Fig. 6 p.).

Die Bastparenchymzellen bilden einzelne oder zwei bis drei Längsreihen, die den Richtungen der Bastzellen parallel laufen. Die Breite der Bastparenchymzellen gleicht jener der Bastzellen. Ihre Länge ist meistens etwas größer, seltener kleiner als die tangentiale Breite. Viele dieser Zellen führen Krystalle von oxalsaurem Kalk, von denen jeder einzelne die Zelle, die ihn birgt, ausfüllt. Sehr leicht lassen sich diese Krystalle in der Asche der Faser nachweisen. Hier bilden sie nicht selten Ketten, welche ihrer Anordnung nach einem Stücke Bastparenchym entsprechen. Das Aneinanderhaften der Krystalle in der Asche deutet darauf hin, daß die Membranen der die Krystalle umschließenden Zellen stark mit unverbrennlicher Substanz (wahrscheinlich Kalk an Oxalsäure gebunden) infiltrirt sind.

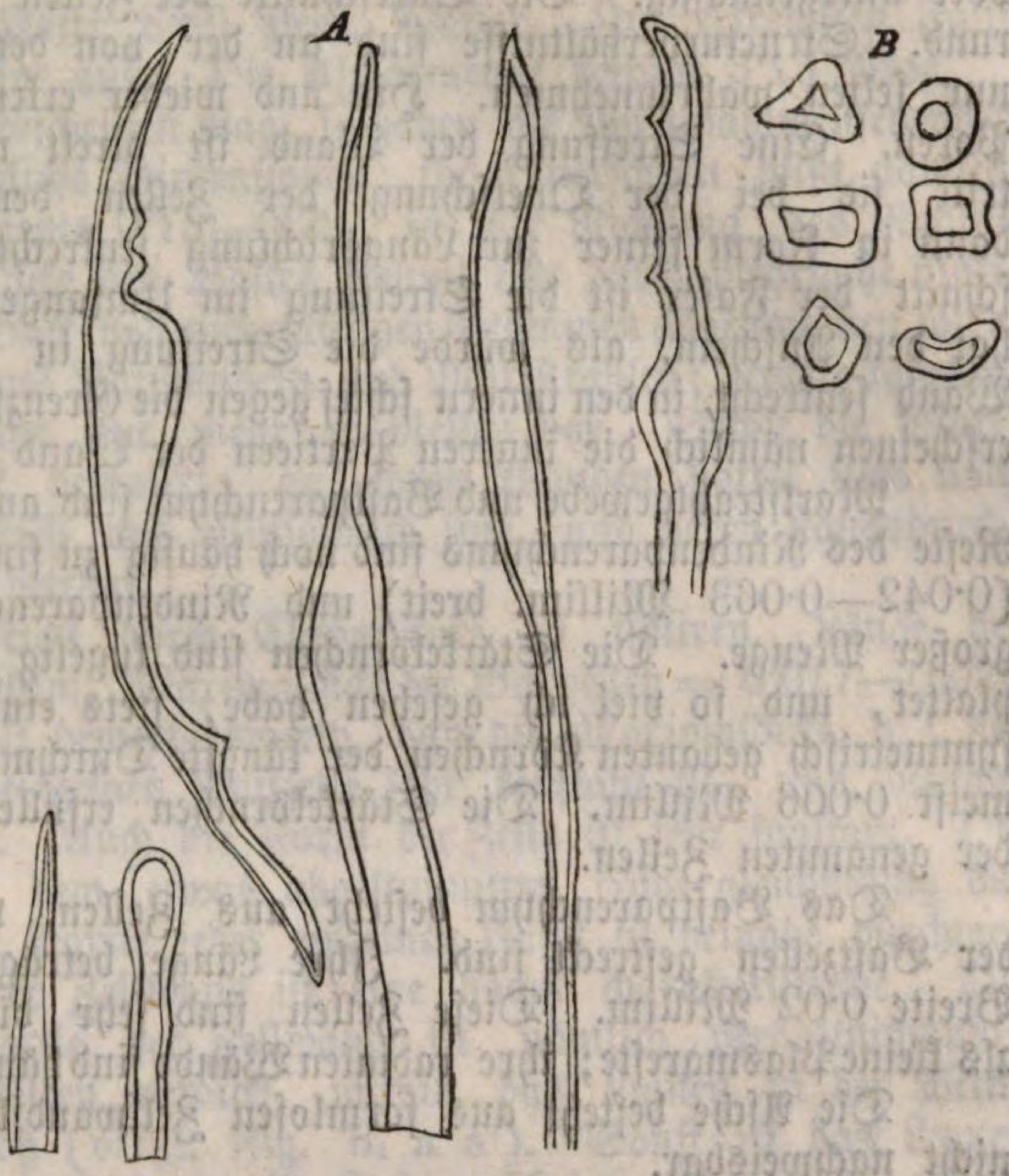
7) Lasiosyphon speciosus.

Der Bast dieser auf den Ghats in Dekan häufigen Pflanze hat eine Länge von 1—1·2 Meter, und eine Breite von 2—7 Millim. Die Dicke des Bastes ist eine außergewöhnlich mächtige; sie beträgt nämlich 0·5—1·0 Mill. Bei der Eintrocknung des Bastes tritt oft ein dichtes Uebereinanderlegen der Schichten ein, so daß er dann eine viel größere Mächtigkeit zu besitzen scheint, als der natürlichen Bastschichte in der That zukommt. Schon mit freiem Auge erkennt man, daß zahlreiche, einem an Ort und Stelle zu Grunde gegangenen Markstrahlgewebe ihr Entstehen verdankende Hohlräume, in Form feiner Längsspalten den Bast durchziehen. Der Bast hat nur wenig Glanz und eine beinahe kreideweiße Farbe. Seine Oberfläche ist mit feinen, baumwollenartigen Fasern, den sich von selbst ablösenden Zellen des Bastgewebes, bedeckt.

Der Bast als solcher hat eine enorme Festigkeit. Er läßt sich mechanisch sehr leicht in lange, flachsähnliche Fasern, durch weitere mechanische Bearbeitung selbst in eine feine, baumwollartige (jedoch kurzfaserige) Masse zerlegen. Ueber seine gegenwärtige Verwendung liegen mir keine Daten vor. Seine Eigenschaften deuten darauf hin, daß er eine sehr vielseitige Verwendung finden könnte, als Bast, zu Seilerarbeiten, zu feineren und gröberen Geweben, und zur Papierbereitung. Die daraus bereiteten Papiere würden in den Eigenschaften dem japanesischen Papiere (aus dem Baste der Broussonetia papyrifera) gleichkommen.

Befeuchtet man die Faser mit Jodlösung, so nimmt sie eine olivengrüne Farbe an, und zeigt reichlich schwärzliche Flecken. Mit der Loupe ist sofort zu erkennen, daß diese dunkeln Flecke den Markstrahlen, welche mit Stärke erfüllt sind, folgen. Auf Zusatz von Schwefelsäure wird die Faser schwarzgrün. Die dunkle Farbe rührt von den durch Jod blaugefärbten Stärkekörnern her. Die grüne Farbe verdankt ihr Entstehen sowohl den Zellen des Gewebes, welche mit Jod eine gelbe, als den Stärkekörnchen der kleineren Markstrahlen, die in diesem Reagens eine blaue Farbe annehmen. Das Grün ist mithin auch bei diesem Baste eine Mischfarbe aus Blau und Gelb, wie die mikroskopische Betrachtung lehrt. Kupferoxydammoniak färbt die Faser sofort unter starker Aufquellung blau. Schwefelsaures Anilin färbt die Faser isabellgelb. Die lufttrockene Faser enthält 8·00 Proc. Wasser. Im Maximum der Sättigung führt sie 18·67 Proc. Wasser und liefert 3·31 Proc. Asche.

Fig. 7.



Vergr 300. Lasiosyphon speciosus A. Bruchstücke isolirter Bastzellen. B. Querschnitt durch Bastzellen.

Der Bast hat, wie aus den oben angeführten Zahlen hervorgeht, eine ansehnliche Dicke. Er ist aber auch im Vergleiche zum Querschnitt des Stammes als mächtig anzusehen. Ich fand, daß ein einjähriger 3 Millim. im Durchmesser haltender Stamm eine Bastlage besaß, welche, in radialer Richtung gemessen, 0·29 Millim. betrug. Zieht man an einem trockenen Exemplare der Pflanze die Rinde vom Stamme ab, so erkennt man, daß der Bast zum Theile aus losen Fasern besteht. Also schon an der Pflanze selbst, wahrscheinlich bei der Eintrocknung des Rindengewebes ist eine starke Resorbtion der Intercellularsubstanz des Bastgewebes eingetreten. Hierdurch erklärt sich der feinfaserige Charakter dieses Bastes und das baumwollenartige Aeußere desselben.

Im Baste treten neben den Bastzellen noch reichlich parenchymatöse Zellen, theils in Form von Markstrahlen, theils in Form von Rinden- und Bastparenchym auf.

Die Bastzellen haben eine Länge von 0·42—5.08, und eine Dicke von 0·008 bis 0·029 Millim. Der Umriß der Zelle ist höchst variabel. Eine kontinuirliche Dickenzunahme von den Enden nach der Mitte hin kommt an dieser Faser beinahe niemals vor. Fast an jeder Zelle treten plötzliche Erweiterungen und Verjüngungen ein. Bastzellen mit schmalen Enden und breiter Mitte überwiegen. Aber auch der umgekehrte Fall gehört nicht zu

den Seltenheiten (Fig. 7). Die Zellenden sind meist spitz, nicht selten kolbig oder unregelmäßig. Die Querschnitte der Zellen sind meist polygonal, seltener rund. Structurverhältnisse sind an der von der Fläche aus gesehenen Zelle nur selten wahrzunehmen. Hin und wieder erkennt man zarte spaltenförmige Poren. Eine Streifung der Wand ist direkt nicht kenntlich. Wohl aber tritt sie bei der Quetschung der Zellen deutlich hervor; sie erscheint dann in Form feiner zur Längsrichtung senkrechten Linien. Auf dem Querschnitt der Faser ist die Streifung im Umfange der Zelle angedeutet. Es hat den Anschein, als würde die Streifung in den peripheren Partien der Wand senkrecht, in den innern schief gegen die Grenzfläche der Zelle verlaufen. Es erscheinen nämlich die inneren Partieen der Wand häufig spiralförmig gestreift.

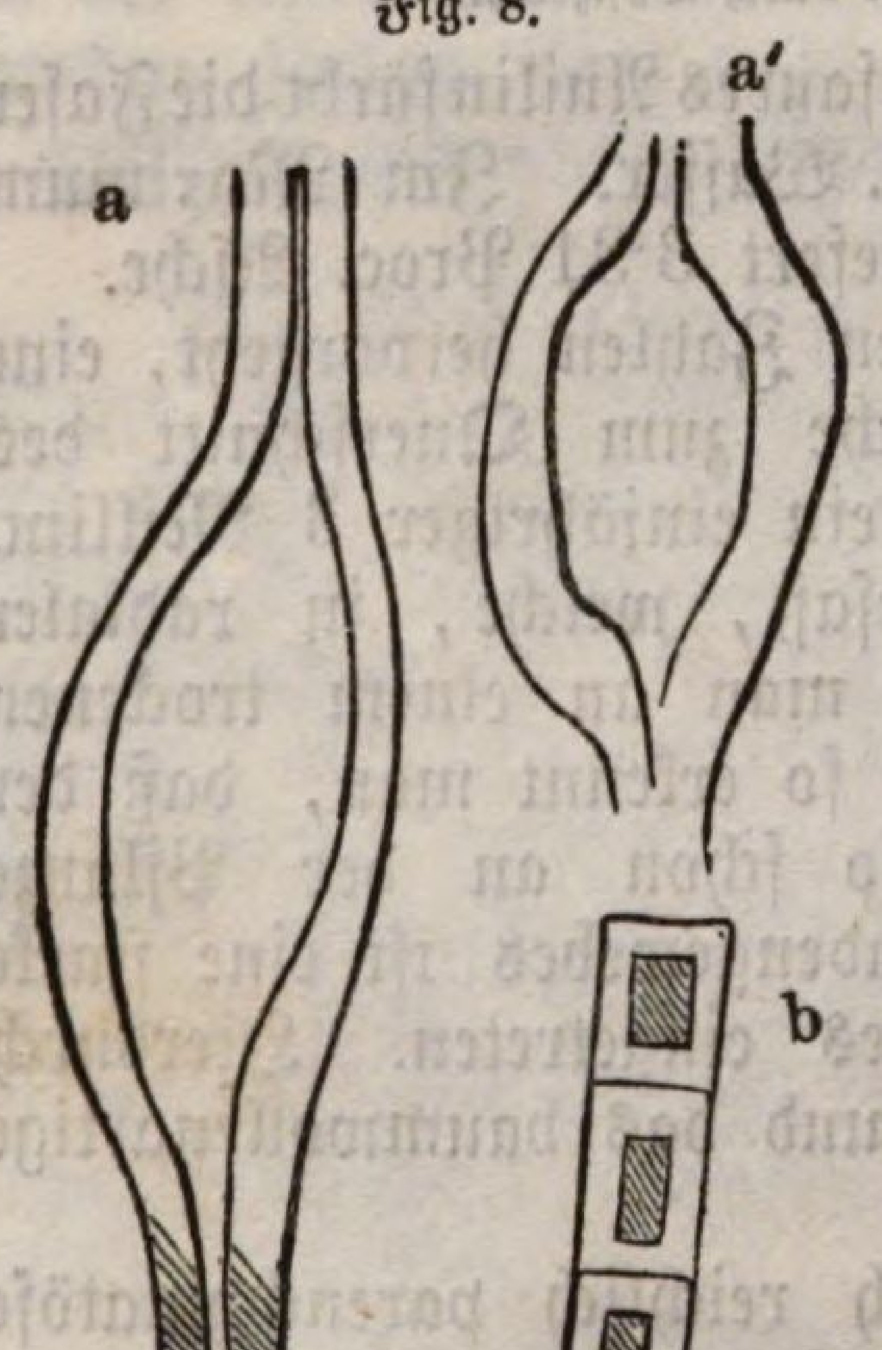
Markstrahlgewebe und Bastparenchym sind am Baste stark entwickelt. Auch Reste des Rindenparenchyms sind noch häufig zu finden. Die Markstrahlenzellen (0·042—0·063 Millim. breit) und Rindenparenchymzellen führen Stärke in großer Menge. Die Stärkekörnchen sind kugelig oder elliptisch, seltener abgeplattet, und so viel ich gesehen habe, stets einfach. Ihr Durchmesser (bei symmetrisch gebauten Körnchen der längste Durchmesser) mißt 0·0039—0·0098, meist 0·006 Millim. Die Stärkekörnchen erfüllen häufig das ganze Innere der genannten Zellen.

Das Bastparenchym besteht aus Zellen, welche parallel der Richtung der Bastzellen gestreckt sind. Ihre Länge beträgt zumeist nahezu 0·07, ihre Breite 0·02 Millim. Diese Zellen sind sehr dünnwandig und führen nichts als kleine Plasmareste; ihre radialen Wände sind häufig mit großen Poren versehen.

Die Asche besteht aus formlosen Zellwandskeletten. Krystalle sind darin nicht nachweisbar.

8) Sterculia villosa.

Fig. 8.



Vergr. 300. Sterculia villosa. a a' Bruchstücke von isolirten Bastzellen. b. Bastparenchym mit Krystallen von oxalsaurem Kalke.

Der Bast dieses in den Gebirgsgegenden Indiens, vornehmlich in Concan und Canara häufigen baumartigen Gewächses steht in Indien schon lange zur Herstellung von Bindfäden, Stricken, Seilen u. dgl. in Verwendung.[1]) Die Baststreifen dieser Pflanze haben eine Breite von 1—3 Centim., eine Länge von 2—6 Decim. und eine Dicke von 0.4—2 Millim. Die Struktur dieses völlig glanzlosen, licht-zimmtbraun gefärbten Bastes ist eine lockere, netzfaserige. Der netzartige Charakter rührt von den überaus zahlreich auftretenden, großen Markstrahlenräumen her. Gröbere, vom Baste abgespaltene Streifen (von etwa 2 Millim. Breite und 0·5 Millim. Dicke) erweisen sich noch als sehr fest und schwer zerreißbar. Feine, flachsartige Fasern sind hingegen sehr schwach.

Jodlösung färbt die Faser goldgelb bis auf einzelne feine Längsstreifen, welche eine schwärzliche Farbe annehmen. Auf Zusatz von Schwefelsäure färbt sich die Faser grünlich. — Kupferoxydammoniak

[1]) Ueber die Verwendung des Bastes dieser und anderer Sterculiaarten (Sterculia guttata Roxb. und S. Jvira Swartz) berichtet schon Royle (l. c. p. 265 ffd.)

bläut die Faser und bedingt ein Aufquellen der freiliegenden Zellen. — Schwefelsaures Anilin färbt sie eigelb.

Lufttrocken führt die Faser 8·86 Proc. Wasser. Im extremsten Falle nimmt sie 18·69 Proz. Wasser auf. Die Aschenmenge beträgt 3·13 Proc.

So dick der Bast auch erscheinen mag, so haben die ihn zusammensetzenden Bastbündel doch nur gewöhnliche Dimensionen; ihr Querschnitt mißt nämlich in der Richtung der Tangente 0·13—0·29, in der Richtung des Radius 0·06—0·15 Millim. Die Dicke des Bastes kommt nur durch mehrfache Bastlagen zu Stande, indem der Bast von mehrjährigen Stämmen abgenommen wird.

Jede Bastlage besteht aus Bastbündeln und Markstrahlen; letztere kommen im künstlich abgetrennten Baste nur mehr in Resten vor. Selbst die Markstrahlzellen sind häufig stark demolirt; an ihren Wänden haftet stets noch Stärke, deren Körnchen einfach und ellipsoidisch sind, und deren Längsdurchmesser etwa 0·007 Millim. beträgt.

Die Bastzellen sind leicht durch Chromsäure zu isoliren. Länge der Bastzellen = 1·52—3·55 Millim. Maximaldicke der Bastzellen = 0·017—0·025 Millim. Ich finde es höchst bemerkenswerth, daß die Maximaldicke, d. i. der größte Querschnitt an einer einzelnen Bastzelle sehr konstant ist, und beinahe immer 0·02 Millim. beträgt. Auch die Form der Zelle ist sehr konstant. Die Dicke der Zelle nimmt an dem etwas abgestumpften Ende gleichmäßig bis zur Mitte zu. Die mittlere Partie jeder einzelnen Faser ist beinahe durchweg angeschwollen. Die Dicke der Zellwand ist eine höchst charakteristische. Die mittlere, angeschwollene Partie der Zellwand ist nämlich verhältnißmäßig schwächer als die andern Stellen verdickt, mithin das Lumen in der Mitte desselben verhältnißmäßig groß (vergl. Fig. 8. a a'). Sonst ist das Lumen entweder so schmal, daß es nur als dunkle Linie erscheint, oder aber es ist seine Gegenwart gar nicht zu erweisen. An der Wand sind kurze, schief verlaufende Poren häufig zu sehen. Durch Quetschung tritt eine feine Spiralstreifung hervor (Fig. 8.).

Das **Bastparenchym** bilden 1-, selten 2- und mehrreihige Zellenzüge, welche den Richtungen der Bastzellen parallel laufen. Die Breite der Bastparenchymzellen entspricht entweder völlig jener der Bastzellen oder ist etwas größer. Ihre Wände sind stets deutlich poröse. Jede Bastparenchymzelle enthält einen Krystall von oxalsaurem Kalk.

Die Asche der Faser ist reich an Krystallen, welche oft noch in ganzen Zügen aneinanderhaften.

9) Holoptelea integrifolia.

Die von dieser im Westen Indiens häufigen Pflanze abgeschiedenen Baststreifen sind 0·7—1 Meter lang, 3—5 Millim. breit und 0·06—0·09 Millim. dick. Sie sind gelblich, stellenweise licht graubräunlich gefärbt und fast ohne allen Glanz. Die Außenseite des Bastes ist glatt, die Innenseite rauh, nicht selten weißlich. Große Strecken des Bastes erscheinen dem freien Auge völlig dicht und homogen, andere sind von kurzen, beinahe elliptischen Spalten durchsetzt, an deren Stelle in der Rinde die Bastmarkstrahlen lagen. Die Festigkeit des Bastes ist eine geringe, indem selbst breite Streifen leicht zerreißbar sind. Feinere aus dem Baste abgeschiedene Fasern sind sehr schwach. Der Bast kann wohl nur als solcher, etwa so wie Lindenbast verwendet werden.

Jodlösung färbt die Hauptmasse des Bastes gelb; nur kleine Längsstreifchen, welche dem stärkereichen Bastmarkstrahlgewebe entsprechen, nehmen hier-

bei für das freie Auge eine schwarze Farbe an. — In Kupferoxydammoniak färbt sich der Bast bläulich. Die einzelnen Zellen zeigen hierbei eine merkliche Quellung. — Schwefelsaures Anilin ruft eine isabellgelbe Farbe hervor. — Läßt man durch kurze Zeit Chromsäure auf den Bast einwirken, wäscht man sodann aus, fügt Jodlösung und schließlich Kupferoxydammoniak zur Faser, so nimmt sie eine intensiv zinnoberrothe Farbe an. (Ungerer.)

Der Wassergehalt der lufttrockenen Faser beträgt 9·73 Proc. Im mit Wasserdampf gesättigten Raum steigert sich der Wassergehalt bis auf 23.12 Proc. Der Bast liefert 4·79 Asche, welche sich beinahe gänzlich im Wasser löst. (Ungerer.)

Der Bast enthält außer Bastzellen noch ein krystallführendes Bastparenchym und stärkeführende Bastmarkstrahlen. Die Länge der Bastzellen schwankt zwischen 0·88—2·13 Millimeter; die Maximaldicke beträgt 0·009 bis 0·014, meist 0·012 Millim. Die Zellenden sind meist spitz, seltener kolbig. In der Regel nehmen die Bastzellen ziemlich gleichmäßig von den Enden gegen die Mitte hin an Breite zu. Seltener kommt es vor, daß sie stellenweise plötzlich breiter werden. Die Zellen sind meist stark und ungleichförmig verdickt; ihre Querschnittsform ist polygonal.

Die Markstrahlenzellen sind an diesem Baste zumeist schon so stark demolirt, daß sich die Contouren der Zellen nicht mehr deutlich erkennen lassen. Ich beobachtete rundliche, meist verdickte Markstrahlenzellen mit einem Durchmesser von 0·05 Millim. Die Markstrahlen sind mit Stärke erfüllt, deren Körnchen einfach oder zu zweien und dreien komponirt sind, eine elliptische Form und einen Längsdurchmesser von 0·003 Millim. aufweisen.

Die Bastparenchymzellen haben die Breite der Bastzellen, sind in der Richtung der Bastzellen etwas gestreckt; jede dieser Zellen enthält einen Krystall von oxalsaurem Kalk.

Die Asche ist überaus reich an Krystallen.

10) Kydia calycina.

Der Bast dieser auf den Ghats des westlichen Indiens häufigen Büttneracee hat eine Länge von 0.9—1·3 Meter, eine Breite von 2—8 und eine Dicke von 0·07—0·1 Millim. Die Außenseite des Bastes ist gelblich, etwa wie Zürgelbaumholz, glatt und schwachglänzend, die Innenseite matt, weiß, beinahe kreidig. Auf den ersten Blick erscheint der Bast ziemlich dicht; genauer, besonders im durchfallenden Lichte betrachtet, werden zahlreiche, feine Längsklüfte erkennbar, welche einem Markstrahlgewebe, das an diesen Stellen vorhanden war, aber zerstört wurde, ihr Entstehen verdanken. Breite Baststreifen, wie sich solche vom Stamme leicht ablösen lassen, haben eine beträchtliche Festigkeit; feine davon abgetrennte Fasern von der Dicke einer spinnbaren Faser, fallen nur kurz aus und sind sehr schwach. Zur Herstellung einer Spinnfaser ist der Kydia-Bast nicht tauglich, wohl aber könnte er einen vortrefflichen Ersatz für Bast (Linden- oder russischen Bast) abgeben.

Jod färbt den Bast schmutziggrün, welche Farbe sich auf Zusatz von Schwefelsäure in grasgrün verwandelt. Die grüne Farbe ist Mischfarbe aus blau (Stärke) und gelb (Zellwäude). — Kupferoxydammoniak ruft schwache Bläuung und schwache Quellung hervor. — Schwefelsaures Anilin färbt den Bast isabellgelb. — Es ist höchst bemerkenswerth, daß dieser Bast durch Chromsäure nur schwer und unvollständig in seine Elemente zu zerlegen ist, während doch gewöhnlich diese Säure vollständig und leicht die Isolirung der

Zellen ermöglicht. — Besser, wenn auch gerade nicht vollständig, gelingt die Isolirung der Zellen durch Natronlauge, wobei die Bastzellen eine gelbe Farbe annehmen, während die parenchymatischen Zellen ungefärbt bleiben.

Die lufttrockene Faser enthält 8·63, die mit Wasserdampf völlig gesättigte 19·44 Proc. Wasser. Die Faser liefert 2·23 Proc. Asche. Die Bastbündel sind von zahlreichen kurzen Markstrahlen durchsetzt, welche, von der Fläche aus betrachtet, meist nur 0·7—2·1 Millim. lang, 0·05—0·26 Millim. breit sind. Nur an Stellen des Bastes, welche von den untersten Stammtheilen herrühren, kommen noch größere und breitere Markstrahlen vor. Die Kleinheit der Markstrahlen bedingt das homogene Aussehen dieses Bastes. Das Markstrahlengewebe ist meist noch sehr wohl erhalten, wie schon die Loupe erweist, mit welcher betrachtet, jeder Markstrahl als kreideweißer Längsstrich erscheint.

B a s t z e l l e n. Ihre Länge ist wegen der Schwierigkeit, sie vollständig zu isoliren, nicht genau bestimmbar. Sie scheint 1—2 Millim. zu betragen. Die Maximaldicke der Bastzellen beträgt 0·0168—0·0242 Millim. Die Enden der Zellen sind spitz, die Form der Zelle regelmäßig, sowohl in Bezug auf den Querschnitt, als auf die Dickenzunahme von der Spitze nach der Mitte zu. Die Wandverdickung ist mäßig stark und irregulär. Porenkanäle kommen sehr häufig vor.

Das spärlich vorhandene Bastparenchym besteht aus siebartig verdickten Zellen, es ist Siebparenchym.

Die Markstrahlen sind im Ganzen wohl erhalten. Von der Fläche gesehen, beträgt die Länge meist circa 0·05, die Breite 0·03 Millim. Sie sind reich mit Stärke erfüllt, deren Körnchen einfach und elliptisch sind und einen mittleren Längsdurchmesser von 0·004 Millim. aufweisen. Diese Zellen führen auch kleine Mengen von oxalsaurem Kalk in Form von die Zelle erfüllenden Aggregaten.

Die Asche besteht aus ziemlich großen zusammenhängenden Zellwandskeletten, welche hin und wieder Krystallaggregate umschließen. Sie entstammen dem Markstrahlgewebe.

11) Sponia Wightii.

Die Pflanze kommt in den hügeligen Distrikten Concan's häufig vor. Die Länge des Bastes beträgt 0·3—0·8 Meter, die Breite der Stücke 0·5—9, die Dicke 0·1 bis 0·8 Millim. Einzelne Stücke sind zimmtbraun, andere beinahe kreideweiß. Die meisten halten in Betreff der Farbe die Mitte zwischen diesen beiden Extremen. Nicht nur die Baststreifen, sondern auch die Fasern, welche sich in beliebiger Dicke vom Baste abtrennen lassen, erweisen sich sehr fest. Zur Herstellung von Seilerwaaren ist diese Faser sehr geeignet. Die Intercellularsubstanz der Bastzellen hat sehr gelitten. Die Folge davon ist eine gleiche wie bei Lasiosyphon speciosus: auch der Bast der Sponia Wightii ist beinahe wollig, so reichlich trennen sich von ihm feine Zellen und Zellgruppen ab.

Jodlösung färbt die Faser braun. Einzelne Farben nehmen durch Jod eine kupferrothe Farbe an. Auf Zusatz von Schwefelsäure wird die Faser blau. — Kupferoxydammoniak färbt die Faser blau und bringt sie zur starken Quellung, stellenweise sogar Auflösung. — Schwefelsaures Anilin färbt schmutziggelb mit einem Stich ins Zimmtbraune.

Die braunen Partieen verdanken ihre Farbe dem Auftreten von Huminkörpern.

In Folge dessen ist auch die Hygroscopicität dieser braunen Theile größer. — Im lufttrockenen Zustande führt die weiße Faser 8·66, die braune 8·75 Proc. Wasser. Im mit Wasserdampf gesättigten Raume steigert sich die Wassermenge bei der weißen Faser auf 18·86, bei der braunen bis auf 21·82 Proc. Die weiße Faser liefert 3·69, die braune 3·55 Proc. Asche.

Der Bast führt in einem reich entwickelten Parenchym gruppenweise, hin und wieder sogar vereinzelt auftretende Bastzellen. Die Zellen dieses Gewebes lassen sich durch Chromsäure nur schwer isoliren, so daß es auf diese Weise unmöglich ist, eine Längenmessung vorzunehmen.[1]) Hingegen gelingt die Freilegung der einzelnen Zellen sehr leicht durch Kochen in Natronlauge. Die Bastzellen haben meist eine Länge von 4·0 und eine Dicke von 0·021 Millim. Es scheint eine außerordentliche Konstanz in den Dimensionender Zellen des Gewebes stattzuhaben. Die Bastzellen sind außerordentlich stark verdickt bis auf die Spitzen, welche zumeist nur sehr zarte Wände zeigen. Einzelne Stellen mancher Bastzellen sind völlig solid. Die Zellwände erscheinen deutlich geschichtet. Die äußeren Wandpartieen sind nahezu senkrecht zur Axe, die inneren schief gegen diese gestreift. Die äußere Zellhülle ist von der inneren Partie des Zellkörpers optisch stark verschieden.

Die Markstrahlen sind reich an Stärke, deren Körnchen theils einfach, theils zu 2—3 komponirt sind. Die einfachen und die Theilkörner haben einen Längsdurchmesser von 0·0033 Millim.

In dem reich entwickelten Bastparenchym habe ich trotz emsigen Suchens keine Krystalle aufgefunden.

12) Bauhinia racemosa.

Ueber die Verwendung der Bastfaser dieses in den Hymalayathälern gemeinen Gewächses hat schon Royle [2]) berichtet.

Der Bast ist grobfaserig und läßt sich leicht in Fasern von mehreren Centimetern Länge zerlegen, welche fest, schwer zerreißbar und biegsam sind, auch eine große Resistenz gegen Wasser zeigen und sich deshalb zur Verfertigung von Tauen, Stricken, Fischernetzen 2c., wozu sie auch im Heimathlande vielfach verwendet werden, eignen.

Jodlösung färbt diesen Bast schwärzlich, Jod und Schwefelsäure tiefbraun. — Kupferoxydammoniak bläut die Zellen und treibt sie blasenförmig auf. — Schwefelsaures Anilin bringt keinerlei Aenderung hervor.

Die lufttrockene Faser führt 7·89, die mit Wasserdampf gesättigte Faser 19·12 Proc. Wasser. Sie liefert 1·32 Proc. Asche.

Im querdurchschnittenen Baste treten in einem reich entwickelten, theils tangential, theils radial angeordnetem Parenchym Bastzellen auf, meist in kleinen, aus dicht gedrängten, polygonal begrenzten Zellen bestehenden Gruppen, seltener vereinzelt. Die Bastbündel messen in radialer Richtung meist 0·03, in tangentialer meist 0·06 Millim.

Die Bastzellen lassen sich durch Chromsäure nur schwer und unvollständig, hingegen durch Natronlauge leicht, rasch und vollständig aus dem Verbande bringen. Die theils farblosen, theils schwach bräunlich gefärbten Bastzellen entfärben sich in der Lauge vollkommen. Die äußere Zellhülle hebt sich dann

---

[1]) Nach langer Einwirkung von Chromsäure wird allerdings die Intercellularsubstanz völlig gelöst; dann ist aber die Zellwand bereits so stark angegriffen, daß sie schon bei der leisesten Berührung mit der Nadel zerreißt.

[2]) l. c. p. 285. Daselbst auch über Bauhinia scandens Roxb.

scharf von den inneren Zellwandschichten ab. Die Länge der Zellen fällt nicht unter 1·5 Millim., scheint aber häufig über 3 Millim. zu steigen. Die maximale Dicke beträgt 0·008—0·02 Millim. Die Zellen sind häufig höckerig. Die Verdickung ist meist stark. Viele Zellen sind gänzlich solid.

Die parenchymatischen Elemente des Bastes sind mit braunem Inhalte gefüllt, dem zum großen Theile die Löslichkeitsverhältnisse der Harze zukommen, der aber auch die Reaktion gewisser Gerbstoffe zeigt, nämlich durch Eisenchlorid dunkelgrün gefärbt wird.

Durch Kochen mit Natronlauge werden auch die Parenchymzellen isolirt, anfänglich unter Kontraction, später unter Auflösung des Zellinhalts.

Das Bastparenchym führt reichlich Krystalle von oxalsaurem Kalk, welche in der Asche leicht nachweisbar sind.

11) Cordia latifolia.

Diese Pflanze wird in Indien ihrer genießbaren Früchte wegen kultivirt. Junge Individuen, sowohl der wilden, als der kultivirten Form dienen zur Abscheidung der „Naravali fibre“ [1]). In dem Distrikte Guzerate (Hindostan) ist die Pflanze besonders häufig.

Die Länge des Bastes beträgt 0·5—0·9 Meter, die Breite 1—8 Millim. Die einzelnen Baststreifen erscheinen theils dicht, theils erkennt man daran schon mit freiem Auge kleine Markstrahlräume. Der Bast ist blaßbräunlich (Farbe des Eisenholzes) und glanzlos. Die Baststreifen sind ungemein fest, und auch die davon abgetrennten Fasern von etwa 0·20 Millim. Breite zeichnen sich noch durch hohe Festigkeit aus. Der Bast könnte als solcher angewendet werden; die daraus abgeschiedene Faser ist zur Verfertigung grober Gewebe, zu Seilen, Tauen, Netzen ꝛc. tauglich.

Jodlösung färbt die Faser schmutziggelb mit einem Stich ins Grünliche, der auf Zusatz von Schwefelsäure noch deutlicher hervortritt. Das Grün ist wie bei einigen der früher angegebenen Fasern Mischfarbe aus Gelb (Zellmembranen) und Blau (Stärkekörner der Markstrahlen). — Kupferoxydammoniak färbt die Zellen blaß bläulich und bringt sie an den Enden zu schwacher Aufquellung. — Schwefelsaures Anilin bringt eine isabellgelbe Farbe hervor.

Die lufttrockene Faser enthält 8·93, die feuchte im Maximo 18·22 Proc. Wasser, und liefert 5·54 Proc. Asche.

Der Bast besteht aus dicht gedrängt stehenden Bastbündeln, welche nur durch schmale Züge von zum großen Theile wohlerhaltenen Markstrahlen durchsetzt sind.

Die Bastzellen, durch Chromsäure leicht zu isoliren, zeigen eine große Konstanz in der Länge, welche 1—1·6 Millim. beträgt. Auch die Maximaldicke der Bastzellen ist ziemlich konstant; sie liegt nämlich zwischen 0·0147 und 0·0168 Millim. Die Enden der Bastzellen sind lange zugespitzt. Die Breite der Zellen nimmt regelmäßig nach der Mitte hin zu. Unregelmäßigkeiten in der Form der Bastzellen, nämlich keulenförmige Enden, Ausbuchtungen u. dergl. sind nur selten zu beobachten. Das Lumen der Zelle ist in der Mitte der Zelle weiter als an den Enden, die Verdickung eine mäßige. Eigenthümlich sind die Poren der Zellwand, nämlich entweder sehr steil

---

[1]) Auch Cordia angustifolia Roxb. dient zur Abscheidung einer Faser gleichen Namens. Vgl. Royle l. c. p. 311.

oder winkelig. Eine Streifung der Zellwand konnte ich trotz sehr sorgfältiger Untersuchung selbst an der gequetschten Zelle nicht bemerken.

Die Markstrahlen bestehen gewöhnlich nur aus wenigen, oft gar nur aus einer Zellenreihe. Die Länge der Markstrahlenzellen beträgt meist 0.042, die Breite etwa 0·015 Millim. Diese Zellen führen theils Stärke, theils oxalsauren Kalk. Erstere prävalirt. Die Stärkekörnchen sind theils einfach, theils zu 2—3 zusammengesetzt. Der Durchmesser der einfachen und jener der Theilkörner mißt 0·0025—0·0039 Millim. Der oxalsaure Kalk tritt in Form rundlicher, die Zelle ausfüllender Aggregate auf, welche sich auch in der Asche leicht nachweisen lassen.

Ein Bastparenchym konnte ich im Baste trotz sorgfältigen Suchens nicht auffinden.

Untersuchungen über die mikroskopischen Kennzeichen einiger neuer oder weniger bekannten Seidenarten nebst Bemerkungen über die Morphologie des Coconfadens der Bombyciden.

Von J. Wiesner u. Adolf Prasch.[1]

Es ist wohl hinlänglich bekannt, daß nicht nur die Seide des gewöhnlichen Seidenspinners (Bombyx mori), sondern auch noch der Coconfaden mehrerer anderer naheverwandter Spinner zu textilen Zwecken verwendet wird. Am bekanntesten ist wohl die Verwendung der Seide von Bombyx Cynthia, Mylitta und arrindia, welche man in neuerer Zeit unter dem Namen „Wild Silk“ zu vereinigen suchte.

Diese von der gewöhnlichen Seide verschiedenen Seidearten trachtet man, wie ebenfalls bekannt, für die europäische Industrie nützlich zu machen. Man führt nämlich nicht nur diese wilde Seide den europäischen Fabriken als Rohstoff zu, sondern ist auch bestrebt, durch Acclimatisation der genannten Spinner in Europa diese Seide hier selbst zu gewinnen.

Es liegt nicht im Plane dieser Arbeit, die Wichtigkeit der genannten Unternehmungen darzulegen; es dürfte genügen, selbe hier kurz anzudeuten. Die in Europa gewonnene Seide reicht für den Bedarf nicht mehr aus, nicht nur weil die Steigerung im Verbrauche von Seidenwaaren anhält, sondern hauptsächlich wegen der Verluste, welche durch die verheerenden Wirkungen der Raupenseuche den seidengewinnenden Länder Europa's jährlich zugefügt werden. Der hierdurch hervorgebrachte Entgang an Seide ist weitaus größer als der durch die Ausbreitung der Zucht des gewöhnlichen Seidenspinners erzielte Zuwachs an Seide in Europa. Die Einfuhr gesunder japanesischer Grains (Raupeneier) wird allerdings schon in beträchtlichem Maße betrieben. Die Folgen dieser zweckmäßigen Vornahme beseitigen aber noch nicht gänzlich den Mangel an dem nöthigen Spinnmateriale, ebensowenig als dies durch Einfuhr ostasiatischer gewöhnlicher Seide geschieht. Die höchst billigen Preise der „wilden Seide“ gegenüber der echten Seide steigern immer mehr und mehr die Bedeutung der ersteren für die europäische Industrie. Die Energie aber, mit welcher die Acclimatisation einzelner ostasiatischer Spinner, namentlich in neuerer Zeit die des chinesischen Eichenspinners (Bombyx Yama-maï) in vielen seidenzüchtenden Ländern Europa's betrieben wird, zeigt auf das deutlichste, daß viele europäische Züchter in der Einführung dieser neuen Spinner einen besseren Ersatz für die durch die Seuche ihm zugefügten Verluste finden, als in der Einfuhr sogen. original-japanesischer Grains, welche von Jahr zu Jahr sich wiederholen muß.

Welche Bedeutung die Seide der ostasiatischen Spinner für unsere euro-

---

[1]) Eine vorläufige Mittheilung hierüber befindet sich in Dingler's polytechn. Journ. Bd. CXC. p. 233 ffd.

päische Industrie gewinnen wird, läßt sich jetzt gewiß noch nicht absehen. Die ausgezeichneten Resultate, welche mit der Acclimatisation des Yama-maï-Spinners, nnmentlich aber mit der Abhaspelung der Seide erzielt worden sind, berechtigen zu den schönsten Hoffnungen. [1]) Immerhin sind aber diese Seidenarten für den Handel und die Industrie Europa's von einem solchen Belange, daß es zweckmäßig erscheinen muß, die Eigenschaften derselben soweit zu ergründen, um ihren Werth gegenüber der echten Seide feststellen, aber auch um sie von einander und von der echten Seide mit möglichster Sicherheit unterscheiden zu können.

Wir haben uns bloß die Aufgabe gestellt, eine genaue Charakteristik dieser Seidenarten zu geben. Es war von vornherein anzunehmen, daß chemische Unterscheidungsmittel zur exakten Lösung dieser Frage nicht zu finden sein werden. Die verschiedensten Prüfungen, die wir vornahmen, haben uns die Ueberzeugung verschafft, daß nur durch das Studium der morphologischen Verhältnisse der Coconfäden eine strenge Unterscheidung möglich ist. Die morphologischen Kennzeichen konnten aber begreiflicher Weise nur auf mikroskopischem Wege festgestellt werden.

Die nachfolgende Abhandlung dürfte vielleicht auch in sofern einiges Interesse in Anspruch nehmen, als sie auch einige Beiträge zur genauen Kenntniß der echten Seide und Structur des Coconfadens überhaupt enthält.

Zur Untersuchung diente uns das ziemlich reichhaltige einschlägige Material der Waarensammlung des k. k. polytechnischen Institutes. Von den meisten Spinnern lagen uns nicht nur die Cocons in zahlreichen Exemplaren, sondern auch Seide in Form von Strähnen, Gespinnsten und Geweben vor.

Wir haben die Seide von folgenden Spinnern untersucht:

1) von Bombyx (Saturnia) Cynthia Drury (Ailanthusspinner),
2) von Bombyx (Antheraea) Yama-maï Guerin (chinesischer Eichenspinner),
3) von Bombyx (Antheraea) Mylitta Drury (Tussah z. Th.)
4) von Bombyx (Tropaea) Selene Hübner (Tussah z. Th.) [2])
5) von Bombyx Faidherbii (= Attacus Bauhiniae Guerin).

1) B o m b y x C y n t h i a. Ailanthus- oder Fagara-Seidenspinner genannt. Heimath: Nordchina. Die Seide dieses Spinners wird auch Aliantine oder Fagarine genannt.

Mittlere Länge des Cocons:	45	Millimeter.
„ Breite „ „	15	„
„ Dicke „ „	13	„
Mittleres Gewicht eines Cocons:	0·58	Gramm. [3])

Die Farbe des Cocons ist grau, in's bräunliche geneigt.

2) B o m b y x Y a m a - m a ï. Heimath: China.

Mittlere Länge des Cocons:	38	Millimeter.
„ Breite „ „	20	„
„ Dicke „ „	20	„
Mittleres Gewicht eines Cocons:	0·51	Gramm.

---

[1]) Yama-maï-Seide, nach der Methode des für die Hebung der Landwirthschaft hochverdienten Hrn. J. F i c h t n e r zu Atzgersdorf bei Wien, gewonnen, liegt uns vor. Farbe, Glanz und Festigkeit stellen diese Seide der echten Seide so nahe, daß eine mikroskopische Unterscheidung selbst für den Kenner mit einigen Schwierigkeiten verbunden ist.

[2]) S. Expos. univ. de 1867. Catalogue des colonies françaises. p. 87.

[3]) Leer und im lufttrockenen Zustande.

Farbe des Cocons: außen grünlich gelb, innen weiß. Seide weiß, mit einem Stich in's Gelbliche.

3) Bombyx Mylitta. Heimath: Indien. Liefert Tussahseide.

Mittlere Länge des Cocons:		42	Millimeter.
„ Breite	„ „	22	„
„ Dicke	„ „	20	„

Mittleres Gewicht eines Cocons: 1·73 Gramm.

Farbe des Cocons: außen grau-bräunlich, durch einzelne bräunlich-schwarz gefärbte Coconfäden netzartig geadert; innen licht grau-gelblich.

4) Bombyx Selene. Heimath: Indien. Liefert Tussahseide.

Mittlere Länge des Cocons:		62	Millimeter.
„ Breite	„ „	30	„
„ Dicke	„ „	21	„

Mittleres Gewicht eines Cocons 1·28 Gramm.

Farbe licht graubränlich. Seide grau. — An der Oberfläche des Cocons Blattabdrücke.

5) Bombyx Faidherbii. Heimath: Senegal.

Mittlere Länge des Cocons:		36	Millimeter.
„ Breite	„ „	18	„
„ Dicke	„ „	16	„

Mittleres Gewicht eines Cocons: 0·52 Gramm.

Farbe des Cocons: außen silberweiß, innen kaffeebraun, mittlere Schichten grau.

Ueber eine der wichtigsten dieser Seidenarten, nämlich über die Seide von Bombyx Cynthia hat bereits einer von uns einige Beobachtungen veröffentlicht.[1]) Nach den dort mitgetheilten Beobachtungen schwankt der Durchmesser des einfachen Fadens zwischen 0·011 und 0·025 Millim., die Masse des Fadens erscheint nicht wie bei der echten Seide (von Bombyx mori) homogen, sondern parallelstreifig, der Doppelfaden ist von einer körnigen Haut umgeben. In der damals gegebenen Beschreibung galt es blos, die Seide des Ailanthusspinners von jener des gemeinen Seidenspinners zu unterscheiden. Jetzt, wo wir die Charakteristik noch anderer Seidenarten zu geben haben, genügen diese Kennzeichen nicht. Es muß nämlich gleich hervorgehoben werden, daß alle übrigen zu besprechenden Seidenarten mehr oder minder deutlich, stets aber erkennbar parallel streifig sind, und der Rohfaden der meisten von ihnen mit einer körnigen Hülle (Seidenleim) umkleidet ist.[2])

Von größter Wichtigkeit für die Charakteristik der Seidenarten ist die im Mikroskope so leicht wahrnehmbare Breite des einzelnen Seidenfadens. Wir stellen hier zunächst die Resultate unserer diesbezüglichen Messungen zusammen.

Seide von

1) Bombyx Cynthia	Florettseide:	0·010—0·027;	meist 0·014	Millimeter.
	Feine Seide:	0·010—0·017;	„ 0·014	„
	Wattseide:	0·007—0·024;	„ 0·014	„

[1]) Wiesner, Techn. Mikroskopie p. 186 Fig. 106 und p. 187.

[2]) In der vorläufigen Notiz (p. 234) haben wir angegeben, daß alle von uns beschriebenen Seidensorten von einer körnigen Hülle umgeben sind. Neuere Beobachtungen haben uns jedoch gelehrt, daß die Rohfäden gewißer Partieen des Cocons von B. Yamamaï mit homogenen Hüllen überzogen sind. Anfänglich scheinen die Leimschichten aller Coconfäden homogen und continuirlich zu sein, und erst in Folge eines secundären Prozesses (Zusammenziehung) körnig zu werden.

2) Bomb. Yama-maï	Florettseide:	0·010—0·041;	„	0·017	„
	Feine Seide:	0·017—0·045;	„	0·027	„
	Wattseide:	0·017—0·034;	„	0·025	„
3) Bombyx Mylitta	Florettseide:	0·014—0·070;	„	0·041	„
	Feine Seide:	0·017—0·075;	„	0·052	„
	Wattseide:	0·024—0·051;	„	0·034	„
4) Bomb. Faidherbii	Florettseide:	0·020—0·034;	„	0·021	„
	Feine Seide:	0·014—0·030;	„	0·024	„
	Wattseide:	0·012—0·021;	„	0·021	„
5) Bombyx Selene	Florettseide:	0·027—0·041;	„	0·034	„
	Feine Seide:	0·027—0·041;	„	0·034	„
	Wattseide:	0·027—0·041;	„	0·034	„
6) Bombyx mori [1])	Florettseide:	0·009—0·014;	„	0·010	„
	Feine Seide:	0·016—0·021;	„	0·018	„
	Wattseide:	0·009—0·014;	„	0·010	„

Zur weitern Unterscheidung der Seidenarten ist es nöthig, noch Rücksicht zu nehmen auf Form und Struktur des Fadens, auf die Eigenthümlichkeiten der Leimschichte, auf die Farbe des Fadens und endlich auf sein Verhalten im polarisirten Lichte.

Jede Seide, selbst die gewöhnliche, besteht aus mehr oder weniger abgeplatteten Fäden, wie man sich durch die Einstellung mittelst der Mikrometerschraube des Mikroskopes, am besten aber an Querschnitten überzeugen kann. Wir fertigen die Querschnitte in der Weise an, daß wir die Seide auf einem gewöhnlichen Objektträger auflegen, mit dicker Gummilösung überstreichen, neue Seide darauf legen, bis wir einen dicken Strang vor uns haben, welcher vor der vollständigen Eintrocknung gut schneidbar ist, und die Führung zarter Querschnitte zuläßt. In Wasser eingelegt, löst sich das arabische Gummi rasch auf, und die Querschnitte schwimmen, wenn die Schnitte genügend dünn ausfielen, als dünne Scheiben in der Flüssigkeit umher.

Die gewöhnliche Seide ist nur wenig abgeplattet, alle übrigen sehr stark, oft bis zur bandförmigen Gestalt. Alle aufgeführten Seidenarten zeigen eine Parallelstreifung, deren Zustandekommen am Schlusse dieser Abhandlung erörtert werden soll. An dieser Stelle dürfte es genügen, darauf hinzuweisen, daß die Seide von Bombyxmori direkt diese Streifung nicht erkennen läßt, daß selbe aber auf Einwirkung von Chromsäure ganz deutlich hervortritt, wie einer von uns schon früher nachwies. (Vergl. die Note auf p. 515 [2])

Wir haben gefunden, daß alle von uns untersuchten Seidenfäden anisotrop

---

[1]) Die Seide von Bombyx mori wurde nur des Vergleichs halber hier aufgeführt. Zur Vervollständigung der mikroskopischen Charakteristik dieser Seide sei bemerkt, daß der Querschnitt des Fadens meist eine polygonale (häufig abgerundet dreiseitige) Gestalt hat. Im Umriß des Querschnitts erscheint die sog. Leimschichte als homogene Hülle. Auch am Querschnitt läßt sich nachweisen, daß die Seide von Bombyx mori durch Chromsäure denselben morphologischen Charakter annimmt, den die Seide der obengenannten Spinner direkt erkennen läßt. (Vergl. Fig. C,c.) — Der Einwirkung des Kupferoxydammoniaks widersteht die Leimschichte weit mehr als der Körper des Fadens. Während letzterer schon völlig gelöst ist, ist erstere, wenn auch stark aufgequollen, sonst noch ganz wohlerhalten. — Wir haben auch beobachtet, daß die Seide von Bombix mori manchmal am Cocon schon in Einzelnfäden zerlegt ist. Das sahen wir z. B. an der feinen Seide aus weißen Cocons von Réunion.

[2]) Technische Mikroskopie p. 186.

sind. Die Intensität der Farben, welche bei der Betrachtung der Fäden im polarisirten Lichte auftritt, ist aber bei verschiedenen Sorten eine verschiedene. Ueber das Zustandekommen des Phänomens der Doppelbrechung an den Seidenarten werden wir weiter unten abhandeln.

1) Seide von Bombyx Cynthia. Die Florettseide bildet eine lockere, feine und Wattseide je eine dichte Schichte, welche bekanntlich die Abhaspelung des Fadens nicht zuläßt. Der Faden ist bräunlich gefärbt, etwas platt, manchmal gleich der Baumwollenfaser schraubig um die Axe gedreht. Polarisationsfarben deutlich, aber nie so prachtvoll als an der Seide von Bombyx mori. Leimschichte körnig, häufig auf langen Strecken, weil mechanisch abgesprengt, nicht zu sehen. Concentrirte Schwefelsäure löst zuerst die Leimschichte nnd schließlich die ganze Faser. Durch Kupferoxydammoniak geht die Schichtung verloren, unter starker Aufquellung des Fadens, welcher sich in Berührung mit dem Reagens sofort bläut. Die Leimschichte wird hierbei nicht gelöst. [1])

2) Seide von Bombyx Yama-maï. Florettseide von einer dicken, fast ganz homogenen Leimschichte umgeben. Feine Seide mit einer dünnen, ebenfalls ziemlich homogenen Leimschichte umkleidet; letztere ist nur stellenweise erhalten. Ein körniges Gefüge der Leimschichte konnten wir an den genannten Stellen nicht auffinden; wohl macht sich aber hin und wieder, namentlich in den äußersten Partieen der Florettseide eine Ringstreifung bemerkbar, welche oft auch den Körper des Fadens zudurchsetzen scheint. [2]) Auch an der Wattseide, deren Leimschichte stark körnig ist, haben wir ein Gleiches beobachtet. Am leichtesten läßt sich die Leimschichte durch Chromsäure entfernen. Der Seidenfaden ist gelblich oder farblos und platt. Polarisationsfarben wenig deutlich.

3) Seide von Bombyx Mylitta. Florettseide scharf differenzirt, nicht so feine und Wattseide. Die körnige Leimschichte ist so stark entwickelt, daß man die Doppelfäden erst deutlich nach Entfernung dieser Schichte sieht, was am besten durch Chromsäure gelingt. Der Faden ist graubraun, sehr platt und sehr variabel in der Dicke. Aeußerst charakteristisch für diese Seide ist das Auftreten von hellen, den Rohfaden (Doppelfaden) schief und kontinuirlich durchsetzende breiten Streifen, welche dadurch hervorgerufen werden, daß die am Cocon kreuzweise übereinander zu liegen kommenden Fäden bei der gegenseitigen innigen Berührung sich abplatteten. Dieses wahrhaft charakteristische morphologische Verhalten ist jedoch bloß an der feinen und Wattseide, nicht aber an der Florettseide von Bombyx Mylitta zu bemerken. Polarisations-Farben wenig deutlich.

4) Seide von Bombyx Selene. Ein Unterschied zwischen Florett-, feiner und Wattseide ist an dem Cocon dieses Spinners nicht zu finden. Die Leimschichte, von körniger Beschaffenheit, ist sehr dick. Sie scheint leicht abzubröckeln. Wir haben die Rohfäden, lange Strecken hindurch, völlig frei von dieser Hülle gefunden. Der Faden ist beinahe farblos, mit einem Stich in's Graubräunliche, platt, häufig um die Axe gedreht, sehr gleichmäßig in seiner

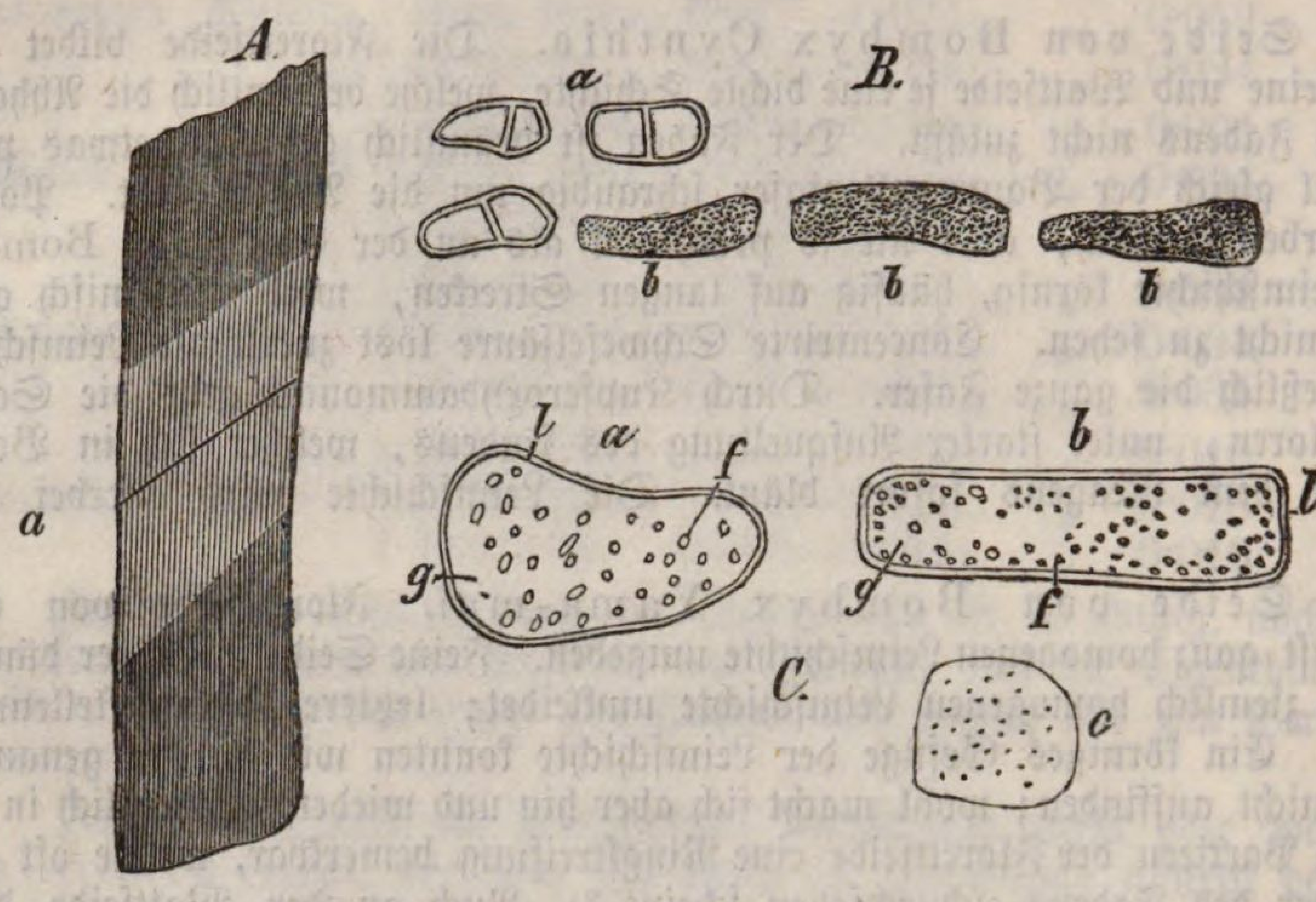
---

1) Abbildung der Bombyx Cynthia s. Techn. Mikr. p. 186.

2) Herrn Fichtner in Atzgerdorf bei Wien, sendete mir kürzlich (Dez. 1870) ein Strähnchen abgehaspelter völlig degummirter Yama-maï-Seide. Ringstreifung war an den Fäden nicht zu bemerken. Die Parallelstreifung ist an dem degummirten Faden noch viel schärfer als am Rohfaden ausgeprägt. In den Dimensionen und sonstigen Eigenschaften stimmt die abgehaspelte Seide völlig mit dem Coconfaden überein. W.

Dicke. Polarisationsfarben ausgezeichnet, beinahe so prachtvoll wie an echter Seide. In Luft gelegen zeigt der Faden unter Mikroskop Interferenzlinien.

Fig. 9.



A Vergrößerung 300. Bruchstück eines einfachen Coconfadens von Bombyx Mylitta. a abgeplattete Stelle, durch Ueberlagerung eines anderen Coconfadens entstanden. B Vergrößerung 300. a Querschnitte durch den Rohfaden von Bombyx mori; b durch den einfachen Coconfaden von Bombyx Mylitta. C. Vergrößerung 1000. a b Querschnitte durch den Faden von Bombyx Mylitta; l Leimschichte; g Grundsubstanz; f stark lichtbrechende Fäden. C Querschnitt durch den Faden von Bombyx mori nach Behandlung mit Chromsäuren.

5) Seide von Bombyx Faidherbii. Die Florettseide bildet eine papierdünne silberglänzende Schichte, unter welcher die feine Seide in drei Straten, als lockere Masse liegt. Hieran schließt sich die Wattseide, welche ähnlich so wie die Florettseide in eine feste, zusammenhängende papierdünne Schichte zusammengedrängt ist, die sich jedoch leicht in zwei Straten spalten läßt. Die Cocons von Bombyx Faidherbii bestehen also aus 6 Schichten. Die Florettseide ist silberweiß, die feine gelblich, die Wattseide bräunlich. Der einzelne Faden ist platt, häufig um die Axe gedreht bis auf die fast stets ungedrehte Florettseide. Während die Wattseide von einer körnigen Leimschichte umgeben ist, tritt eine solche an der feinen Seide nur stellenweise auf; an der Florettseide haben wir sie gar nicht gesehen. Ob die Leimschichte in der Florettseide anfänglich vorhanden war, und erst in Folge eines mechanischen Prozesses abgetragen wurde, konnten wir nicht konstatiren. Es ist dies aber, nach mehreren im Vorhergehenden mitgetheilten Beobachtungen, sehr wahrscheinlich. Polarisationsfarben deutlich. —

Anschließend hieran theilen wir noch einige Beobachtungen über zwei Sammelprodukte, über die Wald- und Muschelseide, mit. Erstere, wie die Seide von Bombyx Cynthia und arrindia auch wilde Seide genannt, besteht aus durch Krempeln erhaltenen Fäden von Cocons, welche in den Wäldern der tropischen und subtropischen Zonen häufig gesammelt und als Seidesurrogate verwendet werden. Waldseide liegt uns in Proben aus St. Salvador, die in Paris im Jahr 1867 ausgestellt waren, vor. Der völlig farblose Rohfaden (Doppelfaden) ist mit einer körnigen Leimschichte stellenweise bedeckt; er zeigt eine sehr zarte Längsstreifung, seine Breite schwankt zwischen 0·003—0·014

Millim., meist nähert sie sich dem Werthe von 0·007 Millim. Polarisationsphänomen sehr deutlich.

Die Muschelseide, von der bekannten Pinna nobilis (Steckmuschel) herrührend, wird in einigen italienischen und dalmatinischen Küstenorten gesammelt und für sich oder mit Seide gemengt zu Garnen versponnen, die zur Verfertigung von Handschuhen, Geldbeuteln u. dgl. dienen. Die Fäden dieser lichtbraunen Seide erscheinen im Mikroskope goldgelb, sie sind nicht oder nur sehr wenig abgeplattet, von einer körnigen Schichte umgeben und haben einen Durchmesser von 0,017 bis 0,047, meist von nahezu 0·034 Millim. Polarisationsfarben kaum wahrnehmbar, mit Zuhülfenahme eines Glimmerblättchens aber sehr gut erkennbar.

Es sei uns gestattet, hier noch einige Bemerkungen über das Verhalten der besprochenen Seidensorten im polarisirten Lichte und über das Zustandekommen der Streifung, welche mit Ausnahme der Seide von Bombyx mori allen übrigen genannten Seidenarten eigen ist, der vorstehenden Charakteristik beizufügen.

Daß die gewöhnliche Seide im polarisirten Zustande doppelbrechend erscheint, ist eine schon länger bekannte Thatsache. Die Doppelbrechung der übrigen hier genannten Seidenarten ist wohl von uns zuerst beobachtet worden. Wir wollen noch anfügen, daß wir noch zahlreiche andere Coconfäden unserer einheimischen Bombyciden im polarisirtem Lichte untersucht, und an allen mehr oder weniger deutlich das Phänomen der Doppelbrechung beobachtet habe.

Es entsteht nun die Frage, ob die Substanz der Coconfäden doppelbrechend ist, oder ob man es hier nicht blos mit dem Phänomen scheinbarer Doppelbrechung zu thun hat, hervorgerufen durch Wechsellagerung von verschieden einfach brechenden Schichten. Wir haben die Seidenfäden nicht nur als solche, sondern auch auf dem Querschnitte im polarisirten Lichte untersucht. Hierbei stellte sich heraus, daß die der Länge nach das Gesichtsfeld durchziehenden Fäden, selbst wenn ihre Dicke nur eine sehr geringe ist, deutlich, oft sehr prachtvolle Farben im polarisirten Lichte annehmen, daß hingegen an Querschnitten dieß nicht zu bemerken war; nicht einmal eine Aufhellung des Gesichtsfeldes stellte sich bei Anwendung gekreuzter Nicol's ein. Hierdurch wird es wahrscheinlich, daß die Substanz der Seidenfäden nicht doppeltbrechend ist, wohl aber, ähnlich so wie bei der verdickten Wand vegetabilischer Zellen, scheinbare Doppelbrechung durch Wechsellagerung verschiedener einfach brechender Medien zu Stande kommt.

Das Vorkommen der Streifung an Coconfäden ist zuerst von einem von uns und zwar an der Seide des Ailanthusspinners aufgefunden worden. Derselbe hat auch beobachtet, daß die gemeine Seide mit Chromsäure behandelt, ebenfalls Streifung annimmt.[1]) Im Laufe unserer Untersuchungen fanden wir nicht nur alle oben beschriebenen Seidenarten deutlich parallelstreifig, sondern beobachteten auch, daß die Coconfäden unserer gewöhnlichen Spinner alle möglichen Uebergänge von völliger Strukturlosigkeit bis zur deutlichsten Streifung erkennen lassen. Bemerkenswerth erscheint uns die Beobachtung, welche wir am Coconfaden von Saturnia spini machten. An einzelnen Stellen ist dieser Faden so homogen wie die echte Seide, an anderen Stellen zeigte er eine Andeutung, an anderen eine deutlich erkennbare Streifung.

Schon in unserer vorläufigen Mittheilung haben wir auf das Vorkommen

[1]) Techn. Mikroskopie, p. 186.

der Streifung am Coconfaden aller obengenannten Spinner aufmerksam gemacht, und durch Deutung des mikroskopischen Bildes, welches der quer durchschnittene Faden darbietet, die Struktur dieser Fäden zu erklären versucht. Wir hatten uns die Vorstellung gebildet, daß die Grundsubstanz des Rohfadens gewissermaßen von feinen Röhren durchzogen sei, welche mit einer Substanz erfüllt sind, welche in der Brechbarkeit von der Grundsubstanz verschieden ist. Wir sagten von dieser Substanz aus, daß sie schwächer lichtbrechend als die Grundsubstanz ist.

Kurz nach Veröffentlichung unserer vorläufigen Mittheilung hatte Bolley eine Abhandlung über die Yama-maï-Seide publizirt, in welcher auch auf die mikroskopischen Kennzeichen des Fadens dieser Seidensorte Rücksicht genommen wurde. Die Mittheilungen stützten sich auf Beobachtungen, welche Dr. G. Schoch ausführte. Schoch ist zu gleichem Resultate, was die Streifung und zu ähnlichem, was die Dimensionen des Coconfadens des Yama-maï-Spinners betrifft, wie wir gelangt. Hingegen differiren unsere Anschauungen über die Struktur dieser Seide, und der Coconfäden überhaupt, nicht unbeträchtlich. [1])

An der betreffenden Stelle der genannten Abhandlung über die Yama-maï-Seide heißt es: „der Faden erscheint gestreift (gerippt) und die ganze Oberfläche des Querschnittes ist mit Punkten übersäet, die jedoch nicht als Mündungen von Röhren anzusehen sind. Der einzelne Faden besteht vielmehr aus dünnen Stäben, wie man erkennt, wenn man den Yama-maï-Faden mit verdünnter Natronlauge behandelt und quetscht. Er zerfällt hierbei in einzelne Fäden, deren Durchmesser 0·0015 Millimeter ist. Die Punkte auf der Oberfläche des Querdurchschnitts entsprechen wahrscheinlich den leeren Begrenzungen zwischen den Seidenleimschichten der einzelnen Fäden. Man kann am Faden von Bombyx mori Aehnliches nicht beobachten. Wird dieser mit Chromsäure behandelt, so erscheint er ebenfalls etwas gestreift, die Streifung ist aber viel lichter, nicht überall deutlich, nicht parallel, auch nicht stets der Längsrichtung folgend, sie muß eher einer oberflächlichen Schrumpfung oder Corrosion durch das Reagens als einer Absonderung in einzelne dünne Cylinder zugeschrieben werden". — An einer Stelle der Abhandlung Bolley's wird sogar die Vermuthung ausgesprochen, daß das Spinnorgan des Bombyx Yama-maï eine siebartige Durchlöcherung besitzen müsse, aus welchem statt eines kompakten Fadens ein ganzes Faserbündel herausgesponnen werde.

Wir können die eben ausgesprochenen Ansichten über den Bau und die Bildung des Yama-maï-Fadens nicht theilen. Für's Erste müssen wir bei der Behauptung verharren, daß in der Struktur der echten Seide und des Fadens der andern Spinner nur graduelle Unterschiede existiren. Es lehrt dies nicht nur die direkte Beobachtung, deren wir schon oben gedachten, sondern auch das Verhalten der homogen erscheinenden Fäden gegen Reagenzien. Die Einwirkung der Chromsäure auf die echte Seide hat Schoch nicht genau verfolgt. Die Streifung ist hier ebenso eine der Richtung des Fadens folgende, wie am Yama-maï-Faden, nur tritt sie nicht so scharf hervor. Daß Schoch dafür hält, die Chromsäure bewirke an dem Faden der echten Seide bloß eine oberflächliche Schrumpfung, berechtigt uns zu der Annahme, daß er die von uns beobachtete Streifung gar nicht gesehen und bloß die Wirkung des Reagens auf die Leimschichte beobachtet hat. Chromsäure zerklüftet die Leimschichte der echten Seide

---

[1]) Bolley: Untersuchung über die Jama-maï-Seide. Polytechn Zeitschr. 1869. Bd. 14. p. 142 ff.

nach den verschiedensten Richtungen, daß sie oft mit einem Netz oder mit Ringstreifen überdeckt erscheint, eine Erscheinung, welche die Leimschichte der natürlichen Yama-maï-Seide manchmal auch zeigt. — Die Wiederholung des Schoch'schen Versuchs, den Yama-maï-Faden durch verdünnte Natronlauge in Fasern zu zerlegen, hat uns gezeigt, daß auch dieses Reagens in der gewöhnlichen Seide, wie Chromsäure Streifung hervorrufe, ja noch mehr, daß man durch Quetschung der in Natronlauge vorbehandelten Seide, dieselbe ebenfalls, wenn auch nicht so augenfällig, zum Zerfallen in Fasern zwingen kann. Andere als graduelle Unterschiede in der natürlichen Streifung der Coconfäden und der durch Natronlauge oder Chromsäure an ursprünglich homogen erscheinenden Seidenarten (Bombyx mori, Saturnia spini z. Th. u. s. w.) konnten wir nicht beobachten.

Führt man nach dem oben (p. 45) angegebenen Verfahren Querschnitte durch die Yama-maï-Seide, oder durch eine der andern obengenannten Seidenarten mit deutlicher Streifung, so erhält man stets ein und dasselbe Bild. Es zeigt sich nämlich stets eine reichlich entwickelte Grundsubstanz, in welcher kleine Punkte oder Stricheln eingestreut erscheinen. Die Grundsubstanz überwiegt an Masse bedeutend gegen die in sie eingestreute Substanz. Die Punkte oder Stricheln sind stellenweise dicht, an anderen Stellen minder dicht gestellt; an manchen Querschnitten erkennt man große Flächenstücke, an denen auch nicht ein einziges Pünktchen oder Strichelchen erscheint. Bei den stärksten Vergrößerungen, welche uns zu Gebote standen (Hartnack: Syst. à immersion Nr. 11 ocul. holost.) konnten wir deutlich die höchst unregelmäßige Form dieser in die Grundsubstanz eingestreuten Punkte oder Stricheln wahrnehmen. Wir können heute mit Bestimmtheit aussagen, daß ein Theil dieser im Querschnitte erscheinenden Gebilde glänzender und stärker lichtbrechend als die Grundsubstanz, ein anderer Theil, letzterer gegenüber, hingegen sehr schwach lichtbrechend sich verhält. Als wir die vorläufige Mittheilung niederschrieben, konnten wir über das optische Verhalten der genannten Seidenquerschnitte uns nicht so bestimmt aussprechen, als es uns heute, bei Anwendung schärferer optischer Hülfsmittel möglich ist.

Auf Grund unserer Wahrnehmungen an Querschnitten von Seide mit streifigen Coconfäden haben wir uns die Vorstellung gebildet, daß die letzteren anfänglich homogen sind, später aber Zusammenziehungen im Innern eintreten, welche das Auftreten von faserförmigen Gebilden im Seidenfaden zur Folge habe, die theils direkt in die Grundsubstanz eingebettet sind, theils durch luftführende Hohlräume von einander getrennt sind. — Wir denken uns die Streifigkeit der genannten Seidenfäden nicht wie Bolley und Schoch durch Austreten des Fadens aus einem siebartig durchlöcherten Spinnorgan, sondern durch einen sekundären Prozeß im anfänglich homogenen Faden dadurch entstanden, daß innerhalb desselben eine Differenzirung verschieden dichter oder dichtgewordener Partien eintrat, welche auch eine optische Diffrezirung zur Folge hatte. Nach unserer Vorstellung entsteht die Streifigkeit der genannten Seidensorten völlig in derselben Weise, wie die Streifung an dem bekannten gebleichten und gesponnnen Schellack, dessen Längs- und Querschnitte auch ein ähnliches Bild wie die gestreiften Seidensorten darbieten.

Wir haben auch durch gewöhnliche Seide geführte Querschnitte nach Behandlung mit Chromsäure oder verdünnter Natronlauge, mit unsern besten optischen Hülfsmitteln genau untersucht und uns die Ueberzeugung verschafft, daß die so behandelten Querschnitte strenge genommen keine anderen Bilder

gewähren, als die Querschnitte streifiger Seidenarten. Auch hier erkennen wir wieder die homogene Grundsubstanz mit kleinen theils hellen und glänzenden, theils matter erscheinenden Punkten und kurzen Strichen, richtiger gesagt, kleine Flächen mit kreisförmigen oder langgestreckten elliptischen Contouren. Wir müssen mithin auf unserer schon früher ausgesprochenen Behauptung beharren, daß die Struktur der streifigen Seidenfäden mit jener der Fäden der echten Seide, nach deren Behandlung mit Chromsäure (oder Natronlauge), morphologisch gleichartig ist. Die genannten Reagentien scheinen auf den echten Seidenfaden ähnlich so zu wirken, wie die Eintrocknung auf einen streifig werdenden Coconfaden.

Daß sich die im streifigen oder streifig gewordenen Seidenfaden nach unserer Anschauung durch Zusammenziehung entstandenen Stränge größerer optischer Dichte auch durch Reagentien aus dem Verbande des ganzen Fadens bringen lassen, befremdet uns nicht. Es zeigt eben nur, daß diese Stränge gegen die Einwirkung gewisser Reagentien eine größere Resistenz zeigen als die Grundsubstanz. Nur auf dieser Eigenthümlichkeit des Coconfadens beruht seine Eigenschaft, durch Reagentien in Fasern zerlegt werden zu können. Aber diese Eigenthümlichkeit beweist nicht, daß der streifige Faden der genannten Seidenfäden aus Fasern b e s t e h e, und noch weniger giebt sie dem Gedanken, daß dieser Faden als Faserbüschel e n t s t e h e, eine Berechtigung. Wir wollen hier erwähnen, daß es uns nach Behandlung der gewöhnlichen Seide mit verdünnter Natronlauge nicht nur gelang, in den einzelnen Coconfäden Streifigkeit hinvorzubringen; durch energische Zerquetschungsversuche brachten wir es auch dahin, an einzelnen Stellen kleine Faserbündel, ja selbst einzelne Fasern aus dem Verbande zu bringen.

In der von Bolley mitgetheilten und wahrscheinlich von Schoch herrührenden Auffassung der Strukturverhältnisse streifiger Coconfäden scheint es gelegen zu sein, zwischen den Fasern eines Fadens die Gegenwart einer Art Seidenleim anzunehmen, welche dem die Einzelfäden eines Coconfadens des gewöhnlichen Seidenspinners umhüllenden Leim entspräche. Dem gegenüber müssen wir darauf aufmerksam machen, daß wir an allen von uns untersuchten Cocons stets Doppelfäden fanden, welche ähnlich so wie die Coconfäden des gemeinen Seidenspinners mit einer deutlich ausgesprochenen, oft massig entwickelten Leimschichte umhüllt waren, welche sich besonders deutlich in den Querschnitten zeigte. Hier war die Leimschichte stets von der Innensubstanz des Rohfadens, vom Faden im engeren Sinn des Wortes, optisch scharf differenzirt.

Zweiter Abschnitt. Stärke.

Untersuchungen über die morphologischen Verhältnisse einiger neuer oder noch wenig gekannter Stärkesorten.[1])

Von J. Wiesner und Jos. Hübl.

Die ungemeine Verbreitung der Stärke im Pflanzenreiche, besonders aber das oft massenhafte Auftreten dieser Substanz in bestimmten, Reservestoffe aufspeichernden Pflanzentheilen (Samen, Früchten, Rhizomen, Wurzeln) erklärt die zahlreichen mit größeren oder geringerem Erfolge betriebenen Unternehmungen, neue Rohstoffe für die Stärkegewinnung der Industrie zuzuführen.

Die letzte Pariser Ausstellung gab, besonders in den Abtheilungen der englischen und französischen Colonien, ein lebhaftes Bild von dem reichen und erfolgversprechenden einschlägigen Materiale, welches die tropischen und subtropischen Gegenden, die der europäischen Industrie schon so große Schätze von Rohstoffen des Pflanzen- und Thierreichs zuführen, zu liefern im Stande sind.

Fast alle Stärkesorten, und Rohstoffe zur Stärkegewinnung, welche damals zur Ausstellung gebracht wurden, sind in mehr oder minder reichen Proben Eigenthum der Waarensammlung des k. k. polytechnischen Instituts geworden und konnten mithin von uns zur Untersuchung benutzt werden. Da die meisten dieser Stärkesorten, deren unterscheidende Merkmale, wie hier wohl nicht besonders begründet zu werden braucht, nur in ihren morphologischen Verhältnissen gesucht werden können, in dieser Hinsicht bis jetzt zum größten Theile noch gar nicht, im Uebrigen aber nur sehr oberflächlich untersucht würden, so haben wir es unternommen, die Morphologie der in der genannten Sammlung enthaltenen Amylumsorten genau, besonders aber mit Rücksicht auf ihre Unterscheidung von anderen bekannten Stärkearten, zu studiren.

Die nachfolgenden Daten dürften wohl nicht bloß einen practischen Werth besitzen, insofern sie zur exacten Erkennung von Stärkesorten dienlich sind, von denen einzelne bereits Handelsartikel sind; sondern auch in thoretischer Beziehung einiges Interesse in Anspruch nehmen, da in dieser Abhandlung auch in botanischer Beziehung berücksichtigungswürdige neue Angaben über Vorkommen und Eigenschaften von Stärkekörnern enthalten sind, Angaben, welche eine kleine Ergänzung zu Nägeli's ausgedehnter monographischen Bearbeitung der Stärkekörner bilden.[2])

In der Aufführung der einzelnen Stärkesorten folgen wir dem natürlichen Systeme.

1) Familie: Dioscoreen.

Die Wurzelstöcke mehrerer Dioscorea-Arten dienen in den Tropen bekanntlich ihres Stärkereichthums halber zum Genusse und wurden nun auch ver-

---

[1]) Vorläufige Mittheilung hierüber in Dingler's polyt. Journ. Bd. 190 Heft 2 p. 159 ffd.
[2]) Nägeli: Die Stärkekörner. Zürich 1858.

suchsweise zur Darstellung von Stärke benutzt. Diese Dioscorea-Arten, Ignamen genannt, sind: Dioscorea alata L., die geschätzteste von allen, ferner Dioscorea sativa L.

Zu unseren Untersuchungen dienten drei verschiedene Sorten von Dioskoren-Stärke, die alle von Französisch-Guyana zur Ausstellung gesandt wurden; nämlich die gewöhnliche *weiße* Stärke von Dioscorea alata, ferner eine *rothe* Stärke, angeblich von einer rothknolligen Varietät der Dioscorea alata, (Igname indien rouge), endlich eine *gelbe* Stärke von der Igname pognon jaune.

Alle Proben waren so reichlich mit Gewebsresten der Wurzelstöcke durchsetzt, daß sie mehr den Charakter eines Mehles als einer Amylumsorte an sich trugen.

Wie die nachfolgenden Mittheilungen lehren werden, weichen die Stärkekörner dieser drei Amylumsorten so weit von einander ab, daß sie nach unserem Dafürhalten eher drei verschiedene *Species* von Dioscorea, als, wie die Etiquetten der Muster und die Cataloge angegeben, drei *Varietäten* der D. alata entsprechen dürften. Die botanische Abstammung ist bloß bei der hier als „weiße Dioscoreenstärcke" aufgeführten Stärkesorte sicher. Zur botanischen Herleitung der beiden anderen Sorten von Dioscorea-Stärke fehlten uns sichere Anhaltspunkte.

a) *Weiße Dioscoreenstärke* von Dioscorea alata. Diese Stärke ist bis jetzt bloß von *Payen* untersucht worden.[1]) Nach dessen Beobachtungen sind die Stärkekörner unregelmäßig, ungeschichtet, kugelig und hängen zu 2—12 zusammen.

Die Probe dieser Stärke, welche, wie schon bemerkt, mit anderen Gewebs-Bestandtheilen der Knollen gemengt war, bildete ein lichtgelbliches Pulver von schwachem Geruche und mildem, milchähnlichen Geschmack.

Wir haben constatirt, daß die Stärkekörner keineswegs, wie Payen angiebt, zusammengesetzt, sondern stets einfach sind, und ferner gefunden, daß die einzelnen Körner eine ganz bestimmte Form besitzen, und, mit geeigneten optischen Hilfsmitteln (schon bei der Combination von Hartnack's Syst. No. 7 mit Ocalar III.) betrachtet, eine ausgezeichnete Schichtung erkennen lassen, Beobachtungen die mit Payen's Angaben nicht harmoniren.

Fig. 10.



Vergrößerung 300mal. Stärkekörner der weißen Stärke von Dioscorea alata (Knolle). aa' von der Seite, bb' von der Fläche gesehen.

Die Stärkekörner der Dioscorea alata zeigen einen meist etwas unregelmäßigen ovalen Hauptumriß. Das eine Ende jedes Kornes ist dick, von halbkugelförmiger oder parabolischer Form, das entgegengesetzte hat eine keilförmige Gestalt. Hierdurch und durch das Auftreten des Kornes am dicken, abgerundeten Ende gewinnen diese Stärkekörner ein höchst charakteristisches Gepräge. Der Längendurchmesser der Körner liegt zwischen 0·014—0·082, meist zwischen 0·031—0·045 Millimeter. Die Breite des Kornes beträgt gewöhnlich $1/2$ — $2/3$ der Länge. Kern und Schichten treten im Wasser scharf, minder deutlich in Glycerin hervor. Die Excentricität des Kernes

[1]) Verhandlungen der Pariser Akad. 1847 vom 26. Juli. Vgl. auch Nägeli l. c. p. 441.

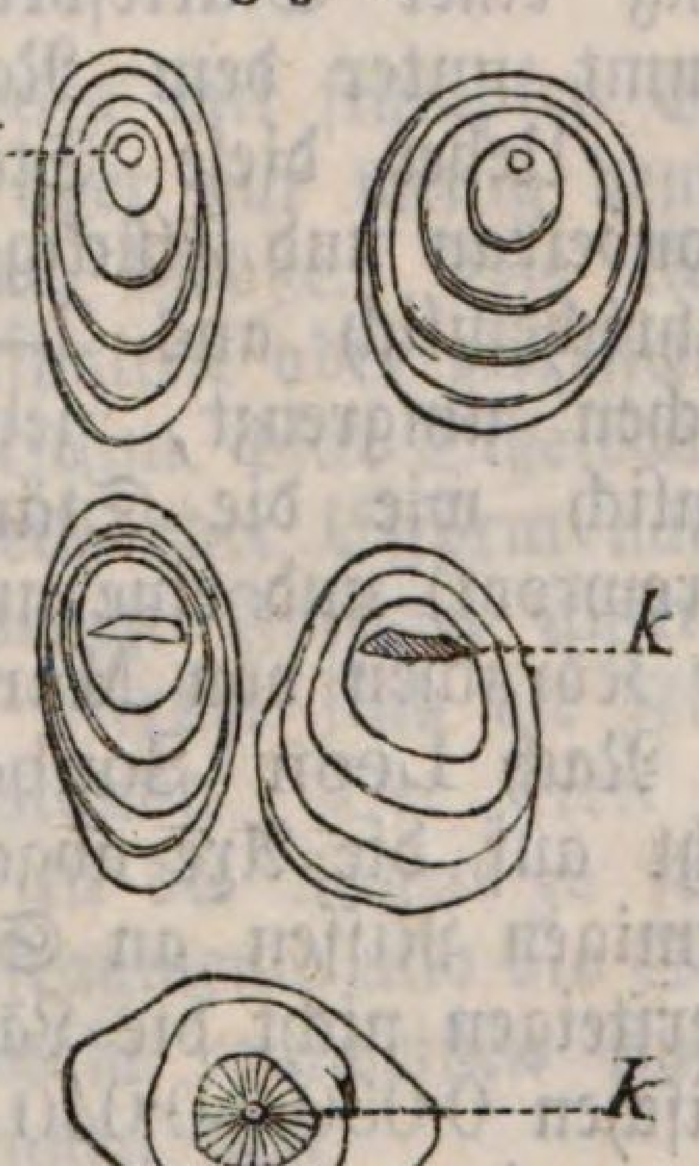
beträgt 1/5—1/7 [1]) Chromsäure, welche bekanntlich in vielen Fällen z. B. an den großen Stärkekörnern des Weizens eine überaus deutliche Schichtung hervorbringt, bedingt auch bei den Stärkekörnchen der Dioscorea alata ein noch schärferes Hervortreten der Schichtung als beim Liegen dieser Körner in Wasser. Gleichzeitig erscheint auch eine auf die Schichtung radial angeordnete Streifung. Das Polarisationskreuz ist selbst bei schwacher Vergrößerung sehr deutlich wahrnehmbar.

b) Rothe Dioscoreenstärke (von der Igname indien rouge). Diese Stärcke bildet ein schmutzig pfirsichblührothes Pulver vom Geruche und Geschmacke der vorigen. Ein kleiner Theil des Farbstoffes läßt sich durch Wasser leicht entziehen. Auch durch Weingeist gelingt es nicht, den rothen Farbstoff völlig zu entfernen. Der vornehmlichste Träger des Farbstoffes sind kleine Stücke vom Parenchymgewebe, deren Zellen mit Stärkekörnchen erfüllt sind. Wie man sich durch Anwendung schwacher Vergrößerungen überzeugen kann (Hartnack: Syst. 4, Ocular IV), sind die Stärkekörnchen selbst gefärbt. Zweifelsohne trat der Farbstoff im Zellsafte im lebenden Gewebe gelöst auf, und wurde von den Stärkekörnchen gespeichert. Der Farbstoff wird durch Säuren lebhaft roth, durch Alkalien blau gefärbt.

Auch an den Körnchen dieser Stärke konnten wir die von Payen gegebene Charakteristik nicht erkennen. Vielmehr erscheinen die einzelnen Amylumkörnchen in Form und Schichtenbau und in der Anordnung des Kornes den Stärkekörnern der Dioscorea alata gleich, und unterscheiden sich von diesen nur durch die Größe. Der Längendurchmesser der Körnchen dieser rothen Stärke schwankt zwischen 0·017 und 0·119, liegt jedoch meist zwischen 0·052—0·076 Millim. Das Verhalten im polarisirten Lichte und gegen Chromsäure wie bei den vorigen.

c) Gelbe Dioscoreenstärke (Stärke der Igname pognon jaune). Diese Stärke bildet ein ziemlich intensiv graugelbes, in's Bräunliche ziehende Mehl. Die darin zahlreich vorkommenden, mit Stärkekörnchen erfüllten Gewebsstücke zeigen manchmal einen Durchmesser von 0·8 Millimeter und sind dann schon für das freie Auge sichtbar. Im Geruch und Geschmack stimmt diese Sorte mit den beiden vorherbeschriebenen überein. Die Stärkekörner dieser Sorte sind von jenen der beiden frühergenannten Amylumarten auffallend verschieden. Aber auch an diesen Körnchen konnten die von Payen angegebenen morphologischen Verhältnisse nicht aufgefunden werden, so daß wir nun mehr berechtigt sind, die für die Dioscoreenstärke vom Payen gegebene Charakteristik als unrichtig zu betrachten.

Fig. 11



Vergrößerung 300mal. Stärkekörner aus den Knollen der Igname pognon jaune (Dioscorea sp.) k Kern.

Wie die beistehende Figur zeigt, sind die Körnchen der gelben Dioscoreenstärke elliptisch oder eiförmig. Manchmal kommen auch birnförmig oder herzförmig gestaltete Körnchen vor. Von der für die beiden anderen Dioscoreenstärkekörnchen so charakteristischen keilförmigen Abstutzung der Körner an der vom Kerne abgewendeten Seite des Kornes ist bei

[1]) Die Excentricität des Kernes wird ausgedrückt durch einen Bruch, dessen Zähler die Entfernung des Kernes vom nahen, dessen Nenner die Entfernung desselben von fernen Ende angiebt. Die kürzere Entfernung wird im Bruche stets = 1 gesetzt.

dieser Sorte nichts zu bemerken. Alle Körner sind einfach. Die Breite des Kornes beträgt 2/3—3/4 der Länge; diese schwankt zwischen 0·008—0·055, meist zwischen 0·027—0·041 Millim. Der Kern ist stets, wenn auch nur schwer kenntlich. Liegt das Korn in Glycerin, so tritt er als dunkler, liegt es in Wasser, als heller aber schwach lichtbrechender Körper hervor. Die Excentricität des Kernes beträgt 1—1/4. Die sehr zahlreichen Schichten sind nicht so scharf wie bei den beiden andern Dioscoreenstärken-Arten zu sehen. Durch Einwirkung von Chromsäure werden sie deutlicher; die radiale Streifung ist jedoch nur schwer kenntlich. Das Polarisationskreuz ist an den unveränderten Körnern schon bei schwachen Vergrößerungen sehr gut zu sehen.

Sämmtliche Proben von Discoreenstärke, die uns zur Untersuchung vorlagen, zeigten die Eigenthümlichkeit, daß viele ihrer Körner mit überaus zarten Pilzfäden oberflächlich durchsetzt waren, ferner auf und zwischen den Körnern sehr kleine Pilzsporen lagen. Da alle übrigen hier besprochenen Stärkesorten unter ganz gleichen äußeren Verhältnissen aufbewahrt wurden, aber dennoch diese Erscheinung nicht oder doch nur in höchst untergeordnetem Maaße zeigten, so scheint es, daß die Dioscoreenstärke — wenigstens in der Form, in welcher sie uns vorlag — viel mehr, als die andern Stärkesorten die Entwickelung von Pilzen begünstigt, was durchaus nicht zu ihrem Vortheile spricht. Daß gerade die besprochenen Sorten der Dioscoreenstärke die Pilzentwickelung so begünstige, wird leicht durch den Umstand erklärlich, daß sie höchstunrein sind, beispielsweise ganze Gewebsstücke enthalten, deren Zellen noch Eiweißkörner in Form von Protoplasma einschließen.

2) Familie: Taccaceen.

Stärke der Tacca pinnatifida Forst. (Leontice leontopetaloides L.) Die Heimath der Pflanze sind die Inseln des indischen und stillen Meeres. Zwischen den Wendekreisen wird sie häufig cultivirt. Durch die Cultur werden die ursprünglich bitteren Wurzeln mild und dienen dann zur Bereitung eines Brotmehls, aber auch schon seit längerer Zeit zur Gewinnung einer Stärkesorte, die aus Brasilien und Tahiti in den Handel kommt unter dem Namen Arrowroot von Tahiti.

Ueber diese Stärkesorten liegen bereits Beobachtungen von Walpers, Soubeiran und Flückiger vor. — Nach Walpers [1]) bestehen die Stärkekörnchen wahrscheinlich aus 2—6 Theilen. Die Bruchkörner sind von 1—4 Bruchflächen umgrenzt, zeigen einen excentrischen Kern mit starkem Querriß, ähnlich wie die Stärkekörnchen der Maranta arundinacea (westindisches Arrowroot) und eine nur undeutliche Schichtung. Die Größe stimmt mit jenen der Körnchen von Maranta arundinacea überein oder ist etwas geringer [2]) — Nach Leon Soubeiran [3]) sind die Körner kugelig oder elliptisch, oft senkrecht auf die Axe abgeschnitten, zuweilen etwas birnförmig, manche mit sternförmigen Rissen an Stelle des excentrischen Kernes versehen. Einige Körner übersteigen nicht die Länge von 0·010 Millim., gewöhnlich variirt die Länge zwischen 0·030—0·040 Millimeter. [4]) — Nach Flückiger, [5]) welcher echtes Tacca-Arrowroot von Dr. Blumenau aus einer brasilianischen Colonie erhielt, haben die Körner eine kugelige oder unregelmäßige eiförmige bis kolbenförmige

---

1) Botan.-Zeitung 1851.
2) Vgl. auch Nägeli l. c. p. 483.
3) Journ. Pharm. XXV. (Jahrgang 1854) p. 180).
4) Vgl. auch Nägeli, l. c. p. 483.
5) Pharmakognosie.

Gestalt, eine bis 0.6 Millim. steigende Länge und sind deutlich geschichtet. Ob die Körner einfach oder zusammengesetzt sind, giebt Flückiger nicht ausdrücklich an. Nach der Beschreibung zu urtheilen, hat es fast den Anschein, als hätte er die Körnchen einfach gefunden. Es ist noch zu erwähnen, daß Flückiger an dem trockenen Tacca-Stärkemehl einen unangenehmen Geruch wahrgenommen hat, der jedoch beim Kochen verschwand.

Uns lagen zur Untersuchung nicht nur Proben des Stärkemehls, sondern auch trockene Schnitten von den Knollen der Tacca pinnatifida aus Tahiti vor. Letztere ließen allerdings einen etwas unangenehmen Geruch erkennen; aber die Stärke war völlig geruchlos, ferner fein und reinweiß. Nach dem Verhalten der Knollen ist aber durchaus nicht ausgeschlossen, daß das Satzmehl, wenn dessen Darstellung nicht sorgfältig betrieben wird, einen unangenehmen Beigeruch behalten kann.

Die Stärkekörnchen sind, nach unseren Beobachtungen, nur selten einfach, meist zu 2—5 componirt. Die einfachen Körner sind nie regelmäßig kugelig, sondern elliptisch eiförmig bis birnförmig. Die Bruchkörner zeigen indeß häufig eine regelmäßig halbkugelförmige Gestalt. Die größten Körner (einfache) hatten einen Längendurchmesser von 0·045 Millim. meist nähert sich derselbe der Größe 0·026 Millim. Der Kern ist stets deutlich, seine Excentricität nur eine kleine. Er erscheint entweder als dunkler Punkt oder als ein kugeliger bis polyedrischer Körper von feinstrahligem Gefüge. Die Schichtung ist klar ausgesprochen. Aber selbst mit den besten optischen Hilfsmitteln erkennt man nie zahlreiche Schichten; sondern es erscheinen bloß einige wenige (2—5) Zonen. Das Polarisationskreuz ist gut erkennbar. Durch Chromsäure erscheinen innerhalb der Zonen feine Schichten und radiale Streifung.

3. Familie: Zingiberaceen.

Stärke von Curcuma angustifolia Roxb. Diese Stärke bildet einen Theil jenes Handelartikels, der als „ostindisches Arrowroot" von Malabar und wohl noch aus anderen Theilen Vorderindien's in den Handel kömmt.

Nach Leon Soubeiran [1]) sind die Körner dreieckig mit stumpfen Ecken, nicht abgeplattet. Schichtung und Kern meist sichtbar, aber nur wenig deutlich, sehr ungleich an Größe, von 0·005—0·030 Millim. Größe. Die kleinen sind in großer Zahl vorhanden. Viele Körner sind gespalten oder zerrissen. — Nach Flückiger [2]) bilden die Körnchen flache, 5—7 Millim. dicke Scheiben von elliptischem Umriß, welche sich jedoch häufig der Keil- oder Eiform nähren, oft auch abgestutzt sind, überhaupt in sehr verschiedenen Formen auftreten. Der größte Durchmesser erreicht 0.06—0·07 Millim. Ferner sind die Körner schön geschichtet, sowohl auf den Flächen als am Rande. Der Kern liegt gewöhnlich am schmalen Ende und pflegt deßhalb nicht in die Augen zu fallen.

Von Curcuma angustifolia liegen uns Knollenfragmente und die Stärke in Form eines feinen, geruch- und geschmacklosen, beinahe reinweißen Pulvers vor, das einen Stich in's Grauröthliche deutlich erkennen läßt.

Unsere Beobachtungen stimmen fast gänzlich mit jenen Flückiger's überein. Nur in Betreff der Größe müssen wir anführen, daß unsere sehr zahlreichen Messungen nie eine größere Länge als 0·053 Millim. ergeben haben. Diese Differenz wird dadurch erklärbar, daß Flückiger die Charakteristik von Curc.

---

[1]) l. c. p. 178. Vergl. auch Nägeli l. c. p. 442.
[2]) l. c. p. 772.

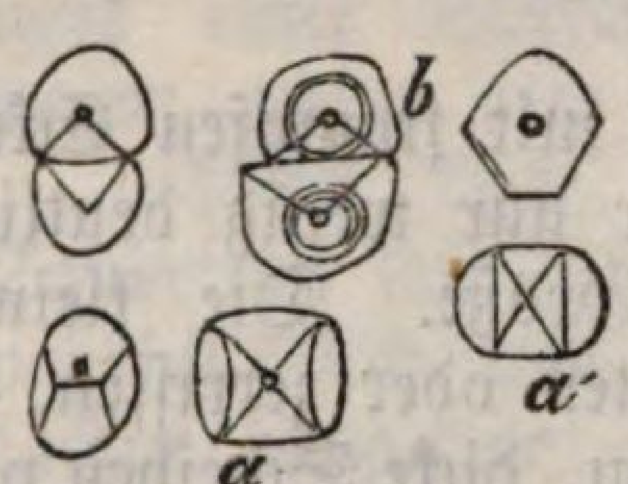
angustifolia und Curc. leukorrhiza Roxb. zusammen zog. In den Formverhältnissen ergeben sich in der That zwischen beiden gar keine Unterschiede, wohl aber in der Größe. Die größten Körner von C. leuk. hat einer von uns früher genauer gemessen und noch größer als Flückiger gefunden.[1]) — Die Excentricität des Kornes fanden wir gleich 1—¹/₃. Der Kern ist entweder kugelförmig und dann schwach lichtbrechend, oder punktförmig, und von häufig sehr genau orientirten Rissen durchsetzt. Die Risse laufen am häufigsten quer, seltener der Axe parallel; manchmal verlaufen sie radial nach mehreren Richtungen. Die Schichtung ist wohl an allen Körnern deutlich zu sehen; niemals tritt sie jedoch mit jener außerordentlichen Schärfe wie bei Curcuma leukorrhiza auf.

4. Familie: Cannaceen.

a) Stärke vom Phrynium dichotomum Roxb. Diese auf Martinique aus den Knollen der genannten Pflanzen bereitete, merkwürdigerweise mit dem Namen „Arrowroot d'Jnde" belegte Stärke[2]) ist im Aussehen vom gewöhnlichen Arrowroot (Stärke aus den Knollen von Maranta arundinacea und indica) nicht verschieden; wie dieses ist es geruch- und geschmacklos, und liefert ebenfalls einen geruchlosen Kleister.

Ueber diese Stärkesorte liegen bis jetzt noch keinerlei Untersuchungen vor. Sie enthält bloß zusammengesetzte Stärkekörner, welche aus 2—5, selten aus mehr Theilkörnern bestehen. Fast immer sind die Theile eines zusammengesetzten Kornes ungleich an Größe. Da die Bruchflächen eben sind, so gewinnen die Bruchkörnen zum größten Theile polyedrische Formen. Die freien Grenzflächen sind von sphärischer Gestalt. Nicht selten kommt es vor, daß die ebenen Flächen der Theilkörner sich über die Zusammensetzungsfläche hinaus fortsetzen. (Vgl. Fig. 12 b.) Hin und wieder kommen cylinderische Bruchkörner vor. (Vgl. Fig. 12 a.) Die Größe der Theilkörner schwankt zwischen 0·015—0·025, meist aber bloß zwischen 0·017—0·021 Millim. Der fast niemals excentrische Kern ist beim Liegen des Kornes im Wasser selten deutlich, an manchen Körnern gar nicht zu sehen. Hingegen tritt er als dunkler Körper hervor, wenn das Korn unter Oel oder Glycerin betrachtet wird. Vom Kerne aus geht, gegen die Zusammensetzungsfläche hin, eine kegelförmige, mit schwach lichtbrechender Substanz erfüllte Höhle. Die sehr zarte Schichtung ist in Wasser nur bei sehr günstigen Beleuchtungsverhältnissen gut erkennbar. Unter Glycerin tritt sie noch weniger deutlich hervor. Im Umkreise des Kornes ist stets eine optisch dichtere Schicht zu erkennen. Bei Behandlung des Kornes mit Chromsäure wird die Schichtung deutlicher; hierbei nimmt die genannte äußere Schichte Radialstreifung an. Trotz der Kleinheit der Körner ist das Polarisationskreuz schon bei schwachen Vergrößerungen deutlich erkennbar.

Fig. 12.



Vergrößerung 300mal. Stärke von Phrynium dichotomum (Knolle). a cylindrisches Bruchkorn; a' zusammengesetztes Korn, aus einem cylindrischen Mittelkorn und zwei abgerundeten Körnern bestehend.

b. Stärke von Maranta nobilis Moore. Die Knollen der genannten, in Neusüdwales cultivirter Pflanze werden daselbst zur Darstellung einer feinen Stärke benutzt, welche sich von dem gewöhnlichen Maranta-Arrowroot äußerlich nur dadurch unterscheidet, daß sie einen deutlich wahrnehmbaren

---

[1]) Vgl. Wiesner, Techn Mikroskopie p. 209.

[2]) Vgl Exp. univ. 1867. Catal. des colon. franç. p. 132.

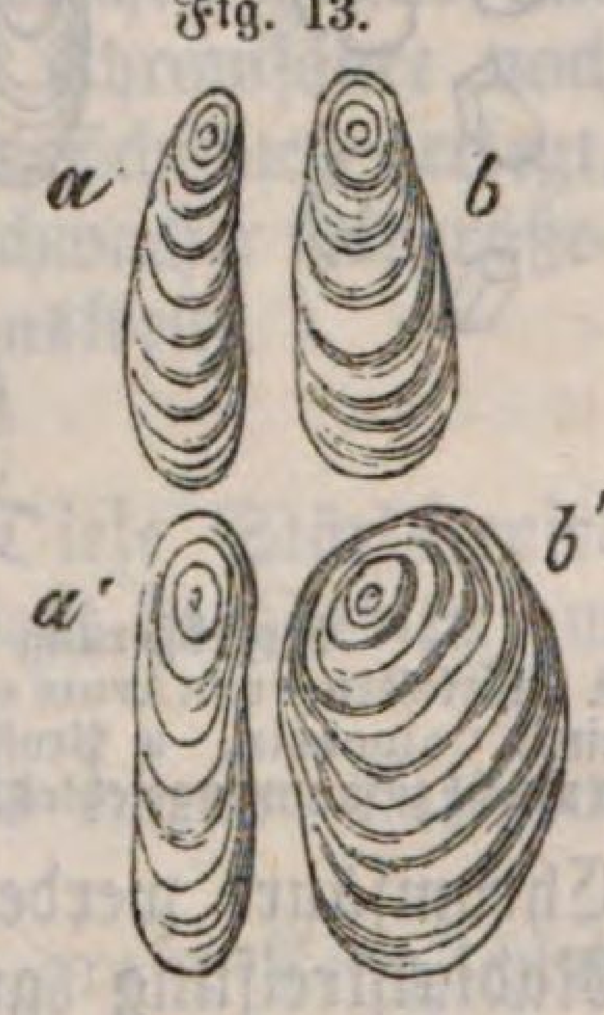
Stich in's Gelbliche zeigt. Bis jetzt ist blos die Stärke aus den Knollen von Maranta arundinacea L., M. indica Rosc. und M. bicolor Ker. untersucht worden. Erstere hat nach den übereinstimmenden Untersuchungen aller neueren Beobachter einfache, etwas abgeplattete, mehr oder minder regelmäßig eiförmige Körner mit excentrischem Kerne. Die Stärkekörner von Maranta indica bestehen aus 2—4 Theilkörnern.[1]) Nach Münter[2]) scheint die Stärke von M. bicolor im Baue mit der letztgenannten übereinzustimmen. Die oft aufgestellte Behauptung, daß die Knollenstärke der Maranta-Arten sich dem Typus des bekannten westindischen Arrowroot (von Mar. arund.) unterordnet, mithin bloß aus einfachen Stärkekörnern besteht, ist mit den beiden zuletzt angeführten Angaben im grellen Widerspruch. Die nachfolgenden Beobachtungen werden die Grundlosigkeit dieser Behauptung neuerdings darlegen.

Die Stärkekörner aus den Knollen der Maranta nobilis sind theils einfach, theils zusammengesetzt. Erstere herrschen vor. Die zusammengesetzten Körner haben ganz andere Formen und Größen als die einfachen. Die einfachen Körner sind stets etwas platt, elliptisch oder oval im Umrisse, nicht selten etwas unregelmäßig, manchmal stumpfeckig deltoidisch. Ihre Länge variirt von 0·011—0·034 Millim., meist jedoch nur von 0·014—0·024 Millim. Der Kern liegt in der Mitte des Kornes. Die Schichten treten deutlich erst auf Zusatz von Chromsäure hervor, wobei sich auch die schon oft genannte radiale Streifung einstellt. Das Polarisationskreuz wird schon durch schwache Vergrößerungen erkennbar. — Die zusammengesetzten Körner sind etwa nur halb so groß als die einfachen. Sie bestehen aus 2—5, meist bloß aus 2—3 Individüen, welche gewöhnlich Zuckerhut oder Paukenform besitzen. Wenn drei Individuen vorkommen, hat das mittlere häufig Cylinderform. An den Theilkörnern sind Korn und Schichten gewöhnlich direkt nicht wahrnehmbar und treten erst nach der Einwirkung von Chromsäure hervor.

5. Familie: Musaceen.

Stärke von Musa paradisiaca L. Bananenstärke. Ueber die Stärkekörner der aus der Bananenfrucht dargestellten Stärke, welche in neuester Zeit als eine Art von Arrowroot aus Guyana in den Handel zu bringen versucht wird, liegt bloß eine Beobachtung von H. Crüger[3]) vor. Nach diesem Beobachter sind die Körner oval und länglich (im Innern der Frucht) bis lineal (in der Rinde der Frucht), $1^2/_3$—10 mal so langals breit, mit deutlichen Schichten; Kern, wie es scheint, am dickeren Ende, $^1/_2$ bis etwa $^1/_{11}$ excentrisch.

Fig. 13.



Vergrößerung 300mal. Stärkekörner von Musa paradisiaca (Frucht). bb' gewöhnliche Ansicht (Flächenansicht), aa' Profil.

Sowohl die mehlhaltige Frucht als die daraus dargestellte Stärke lag uns zur Untersuchung vor, beide aus verschiedenen Ländern, nämlich von Britisch- und Französisch-Guyana, von Brasilien, Martinique und Réunion. Die von den Colonien zur Pariser Ausstellung gebrachte Bananenstärke hatte eine schwach röthliche Farbe, doch ist es leicht, durch Waschen aus dieser Rohstärke ein rein weißes Amylum darzustellen. Der Geschmack dieser Stärke in der Form, wie sie auf der Ausstellung erschien, ist milde, etwas süßlich, der Geruch angenehm theeartig.

[1]) Schleiden: Grundzüge der wissenschaftl. Botanik. 3. Aufl. I. p. 185. Fig. 13. Wiesner: Technische Mikroskopie p. 210 ffd. Fig. 118 b.

[2]) Vgl. Nägeli l. c. 484.

[3]) Botan. Zeitung 1854. Taf. II. Fig. 1. Vgl. Nägeli l. c. p. 450.

Wir haben gefunden, daß sämmtliche Stärkekörner der Bananenfrucht einfach sind, daß sie eine kugelförmige bis stabförmige Gestalt besitzen, und sich die Breite der stets ziemlich stark abgeplatteten Körner zur Länge wie 1 : 1bis 1 : 6 verhält. Die Länge der Körner liegt zwischen 0·007—0·058, meist beträgt sie 0·024—0·048 Millim. Der Kern ist stets deutlich wahrnehmbar, und tritt, wenn das Korn im Wasser liegt, als heller Körper hervor. Manchmal ziehen durch den Kern zwei sich schief durchkreuzende Sprunglinien. Die Excentricität des Kernes ist eine sehr beträchtliche, meist beträgt sie $^1/_5$—$^1/_8$; wir haben sie indeß auch so wie Crüger bis auf $^1/_{11}$ steigen gesehen. Die an jedem Korne zahlreich vorhandenen Schichten sind stets deutlich zu sehen. Durch Behandlung der Stärkekörnchen mit Chromsäure tritt die Schichtung noch deutlicher hervor; es erscheint ferner eine zonenweise auftretende, senkrecht auf die Schichtung verlaufende Streifung. Das Polarisationskreuz tritt schon bei schwacher Vergrößerung scharf hervor.

Die Körner aus dem Innern der Frucht scheinen uns im Vergleiche zu den aus der Peripherie stammenden nur etwas kleiner und etwas undeutlicher geschichtet zu sein; jene von Crüger angegebene Differenz in den Gestalten der äußeren und inneren Körner konnten wir nicht wahrnehmen. Wahrscheinlich hat Crüger die Profilbilder als Flächenbilder gedeutet.

6) Familie: Aroideen.

a) Stärke von Arum esculentum L. (fécule de chou choute oder fécule de chou caraïbe). Ueber die Stärkekörnchen aus den Knollen dieser Pflanze haben wir in der Literatur nichts aufgefunden.[1])

Es liegen uns Knollenschnitte und Stärke von Martinique vor. Die Stärke ist fein, rein und weiß.

Sämmtliche Stärkekörner sind zusammengesetzt und bestehen aus 2—10, häufig ungleich großen und unregelmäßig gestellten Körner, welche an den freien Flächen gekrümmt, und dort, wo sie an andere Theilkörner anstoßen, von ebenenen Flächen begrenzt sind. Die Theilkörner lassen sich leicht aus dem Verbande bringen. Ihre Größe ist sehr veränderlich und schwankt zwischen 0,003—0,027, meist zwischen 0·013 bis 0·020 Millim. Schichten sind nur an einzelnen Körnern und auch an diesen nicht deutlich zu sehen. Der Kern ist stets erkennbar nnd seine Stellung oft durch sternförmig angeordnete Riße bezeichnet. Seine Excentricität ist nur eine sehr geringe. Es ist höchst bemerkenswerth, daß er sowohl in Wasser als in Glycerin hell erscheint, und in Wasser deutlicher als in Glycerin hervortritt. Durch Chromsäure werden die Schichten kaum deutlicher; hingegen wird hierbei die Radialstreifung gut sichtbar. Das Polarisationskreuz ist schon bei schwachen Vergrößerungen deutlich erkennbar.

Fig. 14.



Vergrößerung 300mal.
A Stärkekörner von Arum esculentum. B von einer Colocasia. a Profil, b Flächenbild, c unecht zusammengesetztes Korn mit 2 Kernen.

Die Stärkekörnchen von Arum esculentum sind nach einem ähnlichen Typus gebaut wie jene von Arum maculatum und ternatum, welche nach Nägeli's Beobachtungen ebenfalls häufig aus ungleich großen und unregelmäßig

[1]) In Nägeli's großem Werke werden bloß die Stärkekörner am Arum maculatum und ternatum Thunb. besprochen.

gruppirten Körnern mit undeutlicher oder ohne Schichtung bestehen. Der Durchmesser steigt bei den Körnchen der ersteren bis auf 0·015, bei den letzteren bis auf 0·024 Millim. An Arum maculatum sind keine Schichten erkennbar, bei Arum ternatum hin und wieder. Bei ersteren ist der Kern selten deutlich; bei letzteren ist, nach Nägeli's Beschreibung, der Kern völlig in derselben Weise ausgebildet, wie wir es an Arum esculentum beobachtet haben.[1])

b) Colocasia-Stärke. Unter dem Namen „fécule de chou taro" gelangte aus Martiniqne eine reinweiße, geruch- und geschmacklose Stärke zur Ausstellung, welche von Colocasia esculentum Schott (= Caladium esculentum Vent.) herrühren soll.

Ueber die Stärke der Colocasien liegen noch keine Beobachtungen vor.

Die morphologischen Verhältnisse, welche wir an dieser Stärkesorte auffanden, harmonirten so wenig mit der Stärke der Arum-Arten, daß wir fast in Zweifel geriethen, ob wir eine Aroiden-Stärke vor uns hatten. Vergleiche mit der Stärke von Colocasien-Knollen und Nägeli's Beobachtungen und Angaben über die Stärke aus den Knollen von Caladium seguinum Vent. und Calla palustris L. haben diese Zweifel jedoch wieder beseitigt.

Sämmtliche Körnchen dieser Stärke sind einfach, von der Fläche gesehen eiförmig, im Profile beinahe stabförmig, also stark abgeplattet. Die Länge des Kornes schwankt zwischen 0·030 und 0·037 Millim. Der Kern liegt am schmalen Ende des Korns. Die Excentricität beträgt meist nahezu 1/6. Einzelne Körner zeigen zwei Kerne, um die herum die an der schmalen Seite des Korns liegenden Schichten sich herum lagern. Diese Körner sind unecht zusammengesetzt, d. h., die innerhalb des Korns stattgehabte Theilung, ist nur eine unvollständige gewesen, sie ging nicht bis an den Contour, so daß also ein Zerfall des Kornes in Bruchkörner nicht eintreten konnte. Sowohl dies Auftreten von einzelnen unecht zusammengesetzten Stärkekörnchen, als auch der Bau der gewöhnlichen Körnchen sind höchst charakteristisch. Es scheinen nämlich bloß die inneren Partieen der Körnern deutlich geschichtet zu sein; die periphere Partie macht den Eindruck, als wäre sie gänzlich homogen. An jedem Korn erblickt man gleichsam ein geschichtetes Innenkorn, das von einer dicken, homogeneren Hülle umgeben ist. Der optische Unterschied zwischen Hülle und geschichtetem Inneren des Korns tritt bei Behandlung mit Chromsäure noch deutlicher hervor. Die Hülle wird durch das Reagens nicht in Schichten zerlegt, wohl aber nimmt sie eine radiale Streifung an. Schon bei schwacher Vergrößerung erkennt man an diesen Stärkekörnchen das Polarisationskreuz.

7) Familie: Palmen.

Stärke von Borassus flabelliformis L. Diese Stärke wird aus den Wurzeln der genannten Pflanze dargestellt und dient in Indien zur Sagogewinnung.

Ueber die Morphologie dieser Stärkekörner haben wir in der Literatur nichts auffinden können.

Die Körnchen zeigen schon auf den ersten Blick eine große Aehnlichkeit mit den Körnchen des echten Sago (Sagus Rumphii Willd.) Dennoch können sie, wie die nachfolgenden Beobachtungen lehren werden, von diesen mit Sicherheit unterschieden werden.

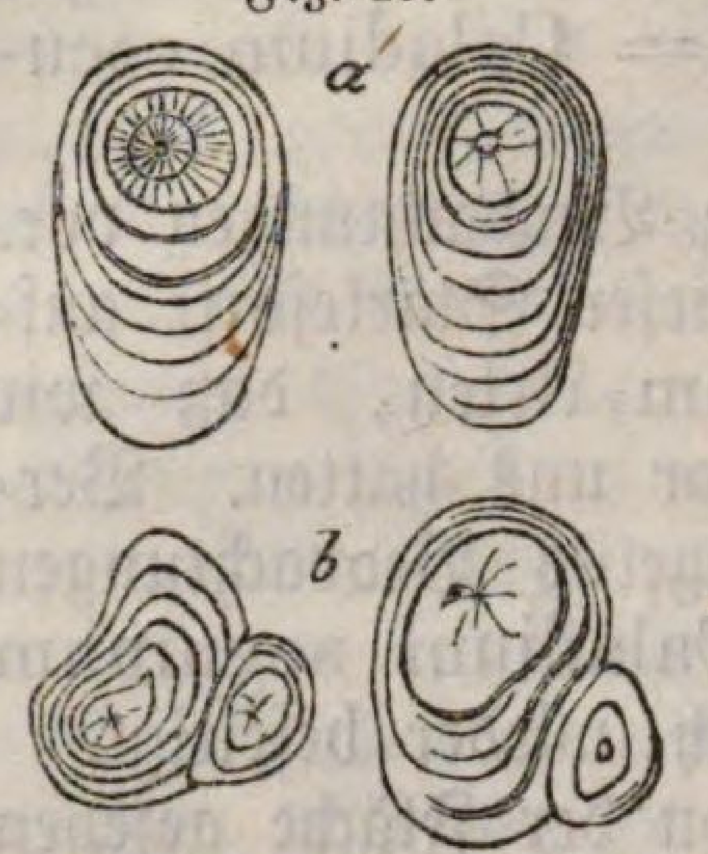
Die Stärke scheint in Indien nicht mit Sorgfalt bereitet zu werden. Wenigstens fanden wir die Originalproben inhomogen und gelblich. Durch

[1]) Vgl. Nägeli l. c. p. 500.

Waschen und Schlemmen läßt sich ein ziemlich weißes und reines Satzmehl aus der Rohstärke darstellen.

Die Körnchen dieser Stärke sind theils einfach, theils zusammengesetzt; erstere prävaliren. Die zusammengesetzten sind im Originalrohstoff theils unverletzt erhalten, theils in Bruchkörnern zerlegt. Die Gestalt der Bruchkörner läßt sie sogleich als solche erscheinen. Die einfachen Körner sind verhältnißmäßig klein und stets allerseits abgerundet, während die Bruchkörner stets eine oder mehrere ebene Flächen (Zusammensetzungsflächen) aufweisen. Die zusammengesetzten Körner bestehen aus mehreren, gewöhnlich drei Individuen, von welchen eines die beiden andern an Größe weit überragt, ein bekanntlich auch an den Körnern der echten Sagostärke vorkommendes Verhältniß. Die kleinen Körner sind sphärisch begrenzt, die großen platt und elliptisch, oder bohnenförmig, manchmal unregelmäßig knollig. Die Länge der Körner beträgt 0·027—0·051, die Breite 0·014—0·027 Millim.; erstere nähert sich meist dem Werthe 0·034, letztere der Größe 0·025 Millim. [1]) Wenn ein breites Ende am Korne bemerkbar ist, so liegt an diesem der Kern, dessen Excentricität gewöhnlich zwischen $^1/_3$ und $^1/_4$ schwankt. Der Kern ist sehr groß, häufig von strahligem Gefüge. Ueberaus deutlich tritt er, und zwar als dunkler Körper, in Glycerin hervor. Die Schichten sind meist eben nur wahrnehmbar; nur an wenigen Körnern sind sie etwas deutlicher. Durch Chromsäure erfolgt Aushöhlung des Kornes; gleichzeitig nimmt die periphe-rische Partie radiale Streifung an. Das Polarisationskreuz ist selbst schon bei schwacher Vergrößerung zu sehen.

Fig. 15.



Vergrößerung 300mal. Stärkekörner von Borassus flabelliformis. a einfache. b zusammengesetzte.

8) Familie: Saurureen.

Stärke von Aponogeton monostachyum L. fil. Die Stärke aus den Knollen dieser indischen Pflanze bildet ein feines, gänzlich geruch- und geschmackloses Pulver von fast reinweißer Farbe. Ein Stich in's Gelbliche ist eben bemerkbar.

Ueber diese Stärkesorte haben wir in der Literatur nur sehr wenig aufgefunden, die Stärke aus den Knollen von Aponogeton (welche Species?) besteht nach Schleiden aus zusammengesetzten Körnchen, welche aus 2—4 gleich großen Theilkörnern bestehen. [2]) Nach Payen [3]) führt Aponogeton distachyon (welcher Theil?) rundliche und polyedrische zerspaltene Körnchen.

Wir fanden, daß die Körnchen stets zusammengesetzt sind, und aus nur 2—7 meist aus 2—4 Theilkörnchen bestehen. Die Theilkörnchen sind von einer sphärischen, sonst von ebenen Flächen begrenzt. Ihr Durchmesser steigt, wenn auch nur selten, bis auf 0·037 Millim.; meist liegt er zwischen 0·008—0·016 Millim. Kerne sind an vielen Körnern sichtbar; besonders deutlich treten sie als dunkle Körper in Glycerin auf. Die Excentricität des Kernes ist meist nur eine sehr geringe. Häufig ist der Ort des Kernes durch einen Querspalt oder durch einige wenige, radial verlaufende Riße bezeichnet. An den meisten Körnern ist von einer Schichtung nichts zu bemerken; an einzelnen mit

[1]) Die Länge der großen Theilkörner von Sagus Rumphii steigt häufig bis auf 0·065 Millim.

[2]) Grundzüge. 3. Aufl. I. p. 185.

[3]) Handbuch der technischen Chemie. Deutsch v. Stohmann und Engler. II. p. 83.

der runden Fläche gegen den Beobachter gekehrten Körnchen, treten sie, bei scharfer Abblendung, als feine Linien hervor. Chromsäure läßt bei den meisten Körner die Schichtung gut erkennen. Mit dem Sichtbarwerden der Schichten erscheint auch eine radiale Streifung.

9) Familie: Artocarpeen.

Stärke von Artocarpus incisa L. fil. (fécule du fruit de l'arbre à pain.) Diese Stärke, und ebenso getrocknete Fruchtschnitte des Baumes, welche so reich an Stärke sind, daß sie ein kreideartiges Aussehen besitzen, wurden von Martinique, Guyana, Brasilien und Réunion zur Ausstellung gesendet.

Die Stärke ist fein und homogen, hat aber nicht eine reinweiße Farbe, sondern einen Stich in's Gelbliche.

Merkwürdigerweise haben wir weder über diese Stärke noch über das Amylum einer verwandten Pflanze Angaben gefunden.

Diese Stärke besteht bloß aus zusammengesetzten Körnern. Meist enthält ein Korn 6 bis 8 Individien. Hin und wieder treten auch Zwillingskörner auf. Manchmal steigt die Zahl der Theilkörner bis auf 20. Die Theilkörner sind, so weit sie an der Oberflächenbildung des zusammengesetzten Korns Antheil nehmen, sphärisch, sonst polyedrisch gestaltet. Ihr Durchmesser beträgt meist nahezu 0·007 Millim.. In der Mehrzahl der Fälle schwankt derselbe zwischen 0·0025—0·013 Millim. Von Structurverhältnissen, Kern oder Schichten, ist selbst bei Anwendung der besten optischen Hilfsmittel nichts zu erkennen. Durch Einwirkung von Chromsäure tritt eine Aushöhlung des Korns und eine Andeutung von Zonenbildung auf. Selbst beim Liegen der Körner in Glycerin ist kein Kern zu bemerken. Das Polarisationskreuz tritt erst bei stärkeren Vergrößerungen hervor. (Hartnack; Objectivsyst. Nr. 7, Ocular III).

10) Familie: Convolvulaceen.

Stärke von Batatas edulis Chois. (fécule de patate.) Aus den Knollen der bekannten Bataten wird in Martinique, Guadeloupe, auf Réunion, in Cochinchina und in Indien Stärke gewonnen. Von all' den genannten Orten liegen uns Proben von Stärke vor, die in sämmtlichen Eigenschaften miteinander übereinstimmen.

Die aus den Knollen der genannten Pflanze dargestellte Stärke bildet ein nicht sehr feines, nicht weißes, vielmehr etwas grau-gelbliches Pulver. Durch Schlämmen läßt sich aus dem Rohmateriale ein reineres Satzmehl abscheiden. Durch Waschen und Schlämmen scheint es nicht gelingen zu wollen, dieses Amylum rein weiß zu erhalten.

Ueber die Stärkekörnchen dieser Amylumsorte liegen bereits Beobachtungen von Payen[1]) Leon Soubeiran[2]) und Crüger[3]) vor. Nach Payen sind die Körner aus 2—6 und auch 10, wie es scheint, gleich großen Körnern zusammengesetzt. Die Bruchkörner sind kugelförmig, halbkugelig oder polyedrisch, mit einer gekrümmten, und 1—7 Bruchflächen, und weisen einen Durchmesser auf, dessen Länge bis auf 0·045 Millim. steigt. Der Kern erscheint am verschmälerten gekrümmten Ende; seine Excentricität beträgt $^1/_5$—$^1/_6$. Schichtung ist deutlich erkennbar. — Nach Soubeiran variirt die Größe der Körner

---

1) Ann. scean. natur. 1838 II. p. 21.
2) l. c. p. 92.
3) Botan. Zeitung 1854. II. Taf. Fig. 4.

zwischen 0·010—0·012 und 0·040—0·050 Mill. Die kleinsten sind kugelig oder oval, diejenigen von mittlerer Größe ziemlich regelmäßig polyedrisch, die größten oval oder elliptisch. Nach Crüger kommen auch Zusammensetzungskörner vor, die am Kernende keulenförmig verdickt und an dem hinteren, mit der Bruchfläche versehenen Ende verschmälert sind. — Nägeli citirt die vorstehenden Angaben und hält es, nach den Beschreibungen nicht für unmöglich, daß neben den zusammengesetzten auch einfache Körner vorkommen. [1])

Wir haben nun in der That an unserem Materiale, welches nicht nur in den oben genannten Sorten von Rohstärken, sondern auch in trockenen Knollenstücken der Batataten bestand, die Anwesenheit von einfachen Stärkekörnchen konstatirt. Die Zahl der einfachen Körnchen ist gegenüber den komponirten eine verschwindend kleine. — Die einfachen Körner sind entweder kugelig oder etwas verzerrt, so daß sie birnförmig und eiförmig erscheinen. Ihre Größe schwankt zwischen 0·008—0·025 Millim. Schichtung und Kern selbst an kleinen Körnern deutlich wahrnehmbar. — Die zusammengesetzten Körner bestehen häufig aus 4—5 Theilen; aber die Zahl der Theilkörner steigt bis auf 12. Payen's Angabe über die Excentricität des Kerns ist ebenso richtig wie Crüger's Beobachtung, daß die Theilkörner am freien Ende oft keulenförmig verdickt, am entgegengesetzten verschmälert sind. Aber es ist dem zuzufügen, daß die Form der Theilkörner eine ungemein variable ist, und ebenso häufig wie die Keulenform auch ganz flache Bruchkörner auftreten mit breiter ebener Basis (Zusammensetzungsflächen) und einer fast warzenförmigen Erhebung am freien Ende. Auch an den Theilkörnern sind Schichten und Kern in gleicher Weise wie bei den einfachen Körnern ausgebildet. In Betreff der zusammengesetzten Körner wollen wir noch anführen, daß nicht selten die Zusammensetzung in der Weise erfolgt, daß ebene Fortsetzungen der Zusammensetzungsfläche, im völlig unverletzten componirten Korn freigelegt sind, ein Formverhältniß, welches auch an der Stärke von Phrynium dichotomum von uns beobachtet und durch Zeichnung anschaulich gemacht wurde. (Vgl. Fig. 12. b.) — Chromsäure höhlt alle Körner aus. Das Polarisationsphänomen ist bei Betrachtung mit Hartn. Obj. Nro. 7. Oc. III. erkennbar.

11) Familie: Acanthaceen.

Stärke aus den Samen von Ruellia pavale Roxb. Diese in Indien dargestellte Stärke zeichnet sich durch Reinheit und Weiße aus.

Nägeli giebt an, daß in den Samen der Acanthaceen manchmal reichliche Mengen von Stärke und zwar neben viel Plasma in den Samenlappen auftreten, so z. B. in den Samen von Acanthus mollis L., daß aber gewöhnlich gar keine Stärke, sondern viel Oel in den Samen dieser Pflanze vorkömmt; z. B. bei Dipteracanthus ciliatus Nees, Ruellia biflora L., Eranthemum fasciculatum Blume u. s. w. Bei Acanthus mollis sind die Körner meist einfach.

Die Samen von Ruellia pavale verhalten sich in Bezug auf den Zellinhalt nicht wie die Samen von Ruellia biflora, sondern vielmehr ähnlich so wie die von Acanthus mollis. Nicht nur, daß in den Samen von Ruellia pavale reichliche Mengen von Stärke vorkommen müssen, indem ja im Gegenfalle eine Darstellung im Großen, wie sie in den Etablissement francais dans l'Jnde [2]) vorgenommen wird, nicht einmal versucht worden wäre,

---

[1]) l. c. p. 486.
[2]) Vgl. Catal. des Col. franc. Esp. 1867. p. 133.

stimmen die Stärkekörner mit jenen auch darin überein, daß sie meist einfach sind. Die Stärkekörner aus den Samen der Ruellia pavale sind beinahe durchwegs einfach; unter Hunderten findet man auch einzelne zusammengesetzte Körner vor. Diese bestehen aus 2—4 Individuen, welche mit den einfachen in Form und Größe übereinstimmen, nur daß sie stellenweise polyedrisch abgeplattet sind. Die Körner sind im unentwickelten Zustande kugelig, völlig herangewachsen hingegen etwas flach und haben höchst unregelmäßige buchtige Contouren. Die Länge des Korns liegt zwischen 0·005—0·041, meist jedoch zwischen 0·017—0·027 Millim. Die Breite des Korns beträgt 1/2 bis 3/4 der Länge. Der Kern, von welchem beim Liegen des Kornes in Wasser keine Spur bemerkt wird, tritt in Glycerin an vielen Körnern als dunkler Punkt scharf hervor. Schichten sind nicht erkennbar; selbst bei günstigster Beleuchtung und Anwendung von Hartn. syst. à immersion Nro. 11 und oc. holost. Nr. 6 ist von einem innern Schichtenbau auch nicht einmal eine Andeutung nachweisbar, wohl aber hebt sich eine peripherische, dichtere Zone von dem minder dichtern Inneren ziemlich deutlich ab. Auch durch Anwendung von Säuren und Alkalien in verschiedenem Grade der Concentration und von Kupferoxydamoniak will es nicht gelingen, die Körner zur Schichtung zu bringen. Auch durch Einwirkung von Chromsäure tritt keine Schichtung auf, wohl aber eine deutliche Radialstreifung. Das Polarisationskreuz ist bei sorgfältiger Einstellung schon mit schwacher Vergrößerung wahrnehmbar.

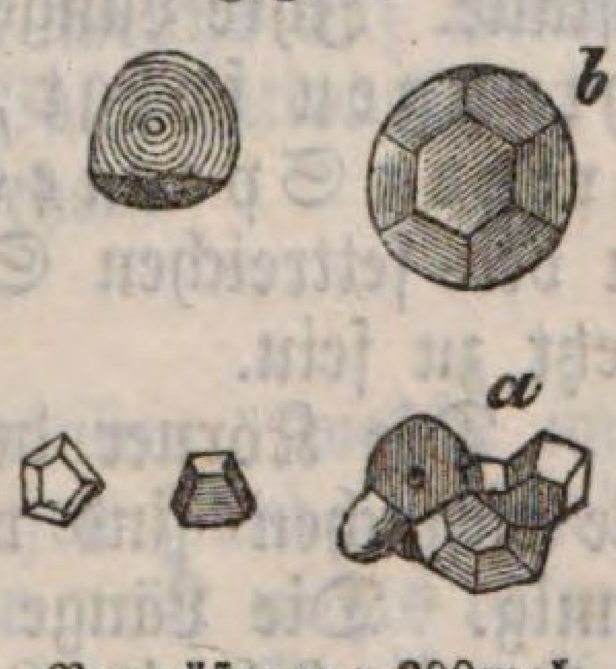
12) Familie: Cucurbitaceen.

Stärke von Sicyos angulata L. (fécule de chouchou.) Aus Réunion. Es ist uns nicht bekannt, ob diese Stärke von Samen oder von Knollen der Sicyos angulata herrührt. Letzteres ist wahrscheinlicher, da die Samen der Cucurbitaceen entweder gar keine Stärke (Sicyos australis Endl., Momordica Balsamina L. etc.) oder solche nur vorübergehend (vor der Samenreife) enthalten. (Cucumis sativa L.)[1])

Diese Stärke besteht bloß aus zusammengesetzten Körnern. Meist nehmen 2—8, ihrer Größe nach höchst verschiedene Individuen an der Zusammensetzung der letzteren Antheil. Doch steigt in einzelnen Fällen ihre Zahl bis auf 28.[2])

Die Theilkörner sind entweder völlig polyedrisch, oder nur theilweise; zum Theile ist dann ihre Oberfläche sphärisch gekrümmt. Der Durchmesser der Körner liegt zwischen 0·010—0·046, meist zwischen 0·014 bis 0·024 Millim. Der Kern und die zahlreichen Schichten sind deutlich zu sehen. Die Excentricität des Kerns beträgt 1/3 bis 1/5. Der Kern erscheint entweder als fester Körper, oder, bei stark eingetrockneten Körnern als lufterfüllter Hohlraum, von welchem ein Querspalt ausgeht. Durch Chromsäure treten Kern und Schichten deutlicher hervor.

Fig. 16.



Vergrößerung 300mal. Stärke von Sicyos angulata. a Theil eines zusammengesetzten Korns, b ein völlig polyedrisches Theilkorn.

12) Familie: Sterculiaceen.

Stärke der Pachira aquatica Aubl. (fécule de la châtaigne de la Guyane) Martinique.

Diese aus Samen dargestellte Stärke ist ziemlich rein, aber nicht völlig weiß, sondern zeigt einen Stich in's Grünröthliche.

---

[1]) Vgl. Nägeli l. c. p. 564.

[2]) Nägeli (l. c. p. 465) hat im Wurzelstock von Bryonia dioica Jacq. ähnliche zusammengesetzte Körner beobachtet.

Die Sterculiaceen-Samen sind wie Nägeli[1]) angiebt, entweder völlig frei von Stärke (Mehrzahl) oder führen reichlich diese Körper. Nägeli nennt von den stärkeführenden bloß Carolinea princeps L. und Heritiera littoralis Ait. Die Stärkekörnchen beider sind theils einfach, theils echt zusammengesetzt. Wir fanden, daß die Stärke der Pachira aquatica bloß aus zusammengesetzten Körnchen besteht. Diese komponirten Körnchen sind so beschaffen, daß es durch Druck nicht gelingt, sie in Bruchkörner zu zerlegen, indem sie von einer gemeinsamen Hülle umkleidet sind; sie sind deßhalb sämmtlich unecht zusammengesetzt, (halb zusammengesetzt). Die Körner bestehen aus 2—6 Individuen, und messen 0·004—0·016 meist nahezu 0·01 Millim. Am meisten werden die Structurverhältnisse dieser unecht zusammengesetzten Stärkekörnchen ersichtlich, wenn man sie in Glycerin einlegt, worin der jedem Theilkorne angehörige Kern als schwarzer Punkt hervortritt. Schichtung ist an den in Wasser eingelegten Körner kaum wahrnehmbar, tritt aber nach Zusatz sehr verdünnter Chromsäure deutlich hervor. Das Polarisationskreuz ist schon bei schwachen Vergrößerungen sichtbar.

Fig. 17.



Vergrößerung 300mal.
Stärke von Pachyra aquatica.

13) Familie: Anacardiaceen.

Stärke der Mangifera indica L. (fécule de manguier) Martinique, Réunion. — Diese Stärke bildet ein völlig reinweißes, geruch- und geschmackloses Pulver. Sie wird aus den Samen der genannten Pflanze dargestellt.

Schon von Nägeli[2]) wurde nachgewiesen, daß die Samen mancher Anacardiaceen Stärke führen, die Samen anderer nicht, und daß im ersten Falle die Stärke in reichlicher Menge neben etwas Oel in dem Gewebe der Samenlappen vorkömmt. — Ueber die Stärke aus den Samen von Mangifera indica liegen noch keine Beobachtungen vor.

Das Parenchymgewebe der Cotylen von Mangifera indica ist überaus reich an Stärke; es enthält nur Spuren von Fett. Die Oelmenge ist so gering, daß sie sich mikroskopisch nicht erweisen läßt. Hingegen kann man das Auftreten von fettem Oel leicht auf chemischem Wege konstatiren. Wir haben auch die Samen von Mangifera gabonenis Aubry-Lec. (aus Gabon) mikroskopisch untersucht und gefunden, daß diese überaus fettreichen Samen gar keine Stärke, hingegen große Mengen von Aleuronkörner enthalten. Letztere sind rundlich, oder drei- bis vierseitig, mit abgerundeten Ecken; sie führen wahrscheinlich Aleuronkrystalle. Ihre Länge beträgt meist nur 0·004 Millim. Aus diesen Beobachtungen folgt, daß selbst die dem Genus Mangifera angehörigen Species nicht immer Stärke in den Cotylen führen. In den fettreichen Samen der Mangifera scheint die Stärke durch Aleuron ersetzt zu sein.

Die Körner der Stärke von Mangifera indica sind meist einfach.[3]) Die einfachen sind nur selten kugelig, meist oval bis sehr lange gestreckt eiförmig. Die Länge des Korns schwankt zwischen 0·005—0·035 Millim.; meist beträgt sie 0·014—0·020 Millim. Der Kern ist langgestreckt, tritt sowohl in Wasser als in Glycerin deutlich hervor. Die Schichten sind meist leicht erkenn-

---

[1]) l. c. p. 565 ffd.
[2]) l. c. p. 569.
[3]) Hiermit berichtigen wir einen in die vorläufige Notiz eingeschlichenen Irrthum.

bar. Durch Chromsäure treten sie schärfer hervor und nehmen hierbei Radialstreifung an. Das Polarisationskreuz ist schon bei schwachen Vergrößerungen gut sichtbar. Hin und wieder finden sich in den Zellen des stärkeführenden Gewebes auch zusammengesetzte Körner vor, welche wir auch in der Stärke auffanden. Sie bestehen aus 2—3 verhältnißmäßig kleinen, ungleich großen Theilkörner. Bemerkenswerth ist es, daß der Kern auch wie bei den einfachen Körnern länglich ist und auf der Richtung der Axe des zusammengesetzten Korns meist senkrecht steht.

14) Familie: Papilionaceen.

Stärke von Castanospermum australe Cunn. Sie wird aus den nußgroßen Samen dieses Baumes (bean-tree) gewonnen, welche in Neusüdwales zur Darstellung eines Brotmehles dienen. Aus diesem Mehle wird durch Ausschwemmen und Schlämmen eine feine, reinweiße Stärke abgeschieden.

Die Stärkekörnchen aus den Samenlappen des genannten Baumes wurden bereits von Nägeli untersucht.[1]) Nach seinen Untersuchungen besteht dieses Amylum nur aus zusammengesetzten Körnern von kugeliger oder ovaler Gestalt, aus 2—8, seltener mehr Theilen zusammengesetzt. Ihre Größe varriirt von 0·020 bis 0·025 Millim. Die Theilkörner sind meist ungleich, seltener gleich groß, haben eine gekrümmte und 1—5 ebene Flächen. Ihr Durchmesser beträgt 0·003—0·015 Millim. Die größeren zeigen an Stelle des Kerns eine kleine Höhlung, von welcher einzelne Risse ausgehen.

Zu unseren Untersuchungen dienten nicht nur die Stärke sondern auch die Samen. Wir fanden, daß diese Stärke beinahe nur aus componirten Körnern besteht, die jedoch, nach dem Typus der bekannten Tapiocastärke gebaut, meist nur aus sehr wenigen Körnern (2—5) sich zusammensetzen. Die Zahl der Theilkörner steigt bis auf 15. Hin und wieder treten einzelne, völlig kugelige Körner auf. Die im Umfange des Samens auftretenden Samenkörnchen (Theilkörner) sind kleiner als die im Inneren vorkommenden, stimmen aber sonst in allen morphologischen Verhältnissen mit den andern überein. Erstere haben eine Länge von 0·0027—0·014, meist von 0·005—0012; letztere von 0·003—0·017, meist von 0·007 bis 0·012 Millim. Der Kern oder die an seine Stelle getretene Höhle ist an jedem Korne schon beim Liegen in Wasser zu sehen. Die radiale Rißbildung, welche von Nägeli beobachtet wurde, haben wir ebenfalls gesehen. So deutlich der Kern sichtbar war, so wenig wollte es uns gelingen, die Schichtung in Erscheinung zu bringen. Nur im Umfange mancher Körner erblickten wir eine optisch etwas dichtere Schichte, welche auf Einwirkung von Chromsäure Radialstreifung annahm. Das Polarisationskreuz ist erst bei stärkeren Vergrößerungen, dann aber deutlich zu sehen.

Im Anhange wollen wir noch eine Stärkesorte beschreiben, welche unter dem Namen „Port Natal Arrowroot“ auch im deutschen Handel erscheint, über deren Herkunft, vom botanischen Standpunkte aus, aber noch nichts bekannt ist. Nach mündlichen Angaben, welche einem von uns bei der Pariser Ausstellung in der Abtheilung „Natal“ gemacht wurden, und woher wir auch die Proben erhielten, die zu unserer Untersuchung dienten, und nach den Etiquetten, welche den Mustern beigegeben waren, soll diese Stärke mit dem Cassavemehl

[1]) l. c. p. 504.

identisch sein, mithin ebenso wie Manioc und Tapioca von Jatropha Manihot abstammen. Ein geübtes Auge erkennt jedoch sofort, daß dies nicht richtig ist. Bei günstiger Beleuchtung sieht man nämlich die einzelnen Körner erglänzen, ein Beweis daß die Stärkekörnchen des Port Natal Arrowroot weitaus größer als die des Cassavemehls sein müssen.

In der Literatur haben wir nur eine Angabe über diese Stärkesorte aufgefunden. Flückiger[1]) giebt an, daß diese Amylumsorte aus länglich eiförmigen Körnchen besteht, welche höchstens eine Länge von 0.035 Millim. aufweisen.

Fig. 18.



Vergrößerung 300mal. Stärkekörner des Port Natal Arrowroot. a Profil-, bb′ Flächenansicht.

Diese ausgezeichnete, blendendweiße Stärkesorte stimmt, wie wir finden, mit keiner Arrowrootsorte des Handels und auch mit keiner uns bekannten Stärkesorte überein. — Sie besteht aus einfachen Körnern, welche ein kreisförmigen oder ovalen bis abgerundet-dreieckigen Contour haben und stets etwas abgeplattet sind. Die Länge des Kornes schwankt zwischen 0·008—0·069 meist zwischen 0·031—0·045 Millim. Der Kern, ein runder fester Körper, erscheint überaus deutlich, sowohl unter Wasser als Glycerin; unter ersterem als heller, unter letzterem als dunkler Körper. Ist der Kern, was gar nicht selten vorkömmt, groß, so erscheint er in Glycerin bloß dunkel umsäumt, einer in Wasser schwebenden Luftblase vergleichbar. Die Excentricität des Kernes liegt zwischen $^1/_{1·5}$ und $^1/_3$. Die sehr zahlreich vorkommenden Schichten treten unter Wasser mit seltener Schärfe hervor. Chromsäure bewirkt sehr ausgezeichnete radiale Streifung. Das Polarisationskreuz ist selbst bei schwachen Vergrößerungen überaus deutlich zu sehen.

---

[1]) l. c. p. 712.

Untersuchung über die Morphologie der Weizenstärke.

Von J. Wiesner.

Wenige Stärkesorten sind so oft als die des Weizenkornes untersucht worden. Die Beobachtungen aller betheiligten Forscher harmoniren so sehr, daß man versucht ist, die Morphologie der Weizenstärke als völlig gekannt anzusehen. Die nachstehenden Beobachtungen werden aber darthun, daß unsere Kenntnisse über die Formverhältnisse der Stärkekörner des Weizens, bis jetzt nur unvollständige waren.

Alle Erfahrungen über die das Sameneiweiß des Weizenkornes erfüllenden Stärkekörnchen, die bis auf die neuere Zeit bekannt geworden sind, finden sich, revidirt aufgezeichnet, und durch einige höchst werthvolle Beobachtungen erweitert, bei Nägeli[1]).

Von den cultivirten Weizensorten hat Nägeli in Betracht gezogen: Triticum turgidum L. (englischer Weizen), T. dicoccum Schrank (= T. amyleum Sering, sog. Emmerweizen) und T. monococcum L. (Einkorn). Eine Vergleichung der Längenmaße, welche Nägeli an den Stärkekörnern der genannten Weizensorten auffand, deutet bereits darauf hin, daß Unterschiede zwischen den Stärkekörnern, die von verschiedenen Weizensorten herrühren, bestehen, und daß dasjenige was von frühern Beobachtern als Weizenstärke angesprochen wurde, oder im Handel unter diesem Namen vorkommt, durchaus nicht ein und derselbe Körper ist. — Ich habe außer den genannten, schon von Nägeli untersuchten Weizensorten in meine Untersuchungen noch einbezogen: Triticum vulgare Vill. (gemeiner Weizen) Triticum durum Desf. (= T. hordeiforme Host., harter Weizen) endlich T. spelta L. (Spelz oder Dinkel.). Zudem habe ich auch noch von mehreren dieser Getreidearten sowohl die Sommer- als Winterfrucht, wie auch die Früchte vieler Standortsvarietäten in den Kreis meiner Beobachtungen gezogen. —

Es ist seit langer Zeit bekannt, daß im Endosperm der Weizenfrucht ungleichartige Stärkekörner vorkommen. Es wurden von den meisten Beobachtern in jenem Gewebe zwei verschiedene Arten von Stärkekörnern angenommen: 1) große linsenförmige, und 2) kleine, nicht abgeplattete von kugeliger, oder polyedrischer Gestalt. Zwischen beiden wurde kein Uebergang nachgewiesen. Schleiden[2]) hat die Vermuthung ausgesprochen, daß in den Weizenkörnern nur einerlei Stärkekörner, nämlich bloß zusammengesetzte, vorkommen, die aus einem großen Centralkorne und kleinen rundlichen oder mehr oder minder abgeplatteten Körnchen bestehen, welche ersteres rundum bedecken. Nach dieser Auffassung entsprechen die großen linsenförmigen Stärkekörnchen den Centralkörnern. Die Maschen der netzförmigen Zeichnung, welche auf der Oberfläche zahlreicher großer Körner vorkommen, deutete Schleiden als Zusammensetzungs-

[1]) Nägeli: Die Stärkekörner. Zürich 1858.
[2]) Pharmakognosie p. 416.

flächen, nämlich als Eindrücke, welche die kleinen Körnchen auf der Oberfläche des Centralkornes hervorrufen.

Nägeli nimmt ebenfalls zweierlei Stärkekörnchen im Sameneiweiß der Weizenkörner an und fügt hinzu, daß die äußersten Zellen des Endosperms bloß mit kleinen Körnchen erfüllt sind.

Auch an den Stärkekörnchen des Roggens und der Gerste hat man die gleichen Beobachtungen gemacht. Nägeli hat außer Weizen, Gerste und Roggen noch die Früchte zahlreicher anderer Hordeaceen untersucht und ist in Bezug auf die morphologischen Verhältnisse der das Sameneiweiß dieser Gewächse erfüllenden Stärkekörnchen zu folgenden Ergebnissen gekommen. Viele Hordeaceen (Triticum, Hordeum, Secale; ferner Elymus Engelmanii hort., E. Hystrix L., Aegylops triuncialis L., A. caudata L., Braconnotia elymoides Godr.) enthalten bloß Stärkekörnchen vom Typus der Weizenstärkekörnchen. Andere (nämlich Lolium temulentum L. und L. canadense Mich.) enthalten im Sameneiweiß bloß zusammengesetzte Stärkekörnchen.[1]) An einer anderen Stelle wird noch angeführt, daß die kleinen Körnchen eine Größe bis 0·010 Millim. besitzen, und daß bei den erstgenannten (Triticum, Hordeum etc.) selten auch unzerfallene Zwillinge und Drillinge vorkommen. [2]) Auf Taf. 23. (Fig. 21. e und f.) werden auch Zwillingskörner und zwar von Triticum turgidum abgebildet. —

Ueber die großen linsenförmigen Stärkekörnchen von Triticum turgidum sagt Nägeli[3]) folgendes: Die Körner sind (von der Fläche gesehen) kreisrund, oval oder von unregelmäßiger Gestalt, 3/4 bis ebenso breit als lang; 1/3 bis 1/2 mal so dick als breit, zuweilen mit deutlichem Kern, selten geschichtet, von der schmalen Seite lancettlich, elliptisch oder planconvex. Größe bis 0·042, Dicke bis 0·020 Millim.

Ueber T. monococcum heißt es: Körner wie bei der vorhergehenden (T. turg.) aber etwas kleiner. Größe bis 0·030 Millim.; und über T. dicoccum: Körner wie bei der vorhergehenden. Größe bis 0·027 Millim.

Ich habe zunächst anzuführen, daß ich die Formverhältnisse der großen linsenförmigen Stärkekörnchen bei allen von mir untersuchten Weizensorten fast genau so fand, wie es Nägeli bei T. turgidum beschrieb. Im Allgemeinen haben diese Stärkekörnchen eine geringere Regelmäßigkeit als die entsprechenden Amylumkörnchen des Roggens und der Gerste.[4])

Die nachstehenden Mittheilungen beruhen auf mehreren Hunderten von Beobachtungen, welche theils von mir selbst, theils von den Herren J. Hübl und stud. R. Schlesinger in meinem Laboratorium ausgeführt wurden.

1) Arten der im Sameneiweiß des Weizens vorkommenden Stärkekörnchen.

In allen obengenannten Sorten an Weizen kommen im Sameneiweiß dreierlei Stärkekörner vor. Nämlich die lange bekannten großen linsenförmigen, die ebenfalls lange bekannten kleinen kugeligen bis polyedrischen, endlich zusammengesetzte Körner.

Die letzte Art von Körnern ist den Beobachtern bis jetzt entgangen, gewiß

---

1) Vergl. Nägeli l. c. p. 418 und p. 538.
2) Nägeli l. c. p. 470.
3) p. 418.
4) Vgl. Wiesner Techn. Mikr. p. 201.

nur wegen nicht genug sorgfältiger Präparation. Die durch das Sameneiweiß des Weizenkornes geführten Schnitte und ebenso das aus den Weizenkörnern durch Ausschwemmen erhaltene Satzmehl müssen mit möglichster Vermeidung von Druck unter das Mikroskop gebracht werden, sonst zerfallen die darin vorhandenen zusammengesetzten Stärkekörnchen und erscheinen uns als polyedrisch abgeplattete Körner, die man wie es bis jetzt geschah, als einfache, aber auch als Bruchkörner eines zusammengesetzten Kornes deuten kann. Bei sehr sorgfältiger Präparation findet man im Innern des Sameneiweißes der Weizenkörner häufig zusammengesetzte Körner, die aus 2 bis 25 Theilen bestehen. Die äußeren Zellagen des Sameneiweißes führen fast nur einfache Körner. Hin und wieder beobachteten wir auch Zwillings- oder Drillingskörner. Die Menge der zusammengesetzten Körner ist sowohl gegen die großen als kleinen einfachen, nur eine geringe. In der käuflichen Stärke sind die zusammengesetzten Körner nur selten im völlig unverletzten Zustande zu finden. Indeß haben wir sie dennoch hin und wieder gefunden. Fragmente der zusammengesetzten Körner kommen indeß in der käuflichen Stärke nicht selten vor. —

Ob ein entwickelungsgeschichtlicher Zusammenhang zwischen den kleinen (runden und polyedrischen) und den großen (linsenförmigen) Körnern besteht, habe ich nicht untersucht. Es lag nicht im Plane meiner Arbeit. Wohl aber kann ich mit Bestimmtheit aussagen, daß ein Uebergang zwischen den großen und kleinen Körnchen nicht besteht, und daß jene Anordnung der kleinen Körnchen um je ein linsenförmiges großes Korn herum, wie es die von Schleiden aufgestellte Vermuthung fordern würde, nicht vorkommt. Ersteres konstatirten wir auf statistischem Wege, letzteres nach höchst sorgfältiger Präparation. Die Statistik unserer Beobachtungen hat ergeben, daß die Maße der überwiegenden Mehrzahl der Körner sich zwei sehr verschiedenen Größen nähern, von welchen sich das eine der häufigsten Größe der großen, linsenförmigen, das andere der häufigsten Größe der kleinen Körner nähert.

2) Die großen sogenannten linsenförmigen Stärkekörnchen des Weizens.

Ihre Form stimmt, wie schon oben erwähnt, bei allen von mir untersuchten Weizensorten überein, und gilt für sie die von Nägeli bei Triticum turgidum gegebene Beschreibung. Nur in einem Punkte differiren meine Beobachtungen von jenen Nägeli's. Niemals sah ich ein großes Stärkekorn des Weizens planconvex. Nägeli hat wahrscheinlich Zwillingsbruchkörner, die manchmal sehr groß sind, und häufig nur eine sehr schwachgekrümmte abgerundete Form besitzen, für einfache Körner genommen.

Kern und Schichten sind hin und wieder, letztere nie scharf zu sehen. Hingegen treten, wie schon früher von Weiß und mir gezeigt wurde, runde, überaus zahlreiche und scharf gezeichnete Schichten auf Zusatz von Chromsäure hervor.[1]) Für die Durchmesser der großen, linsenförmigen Körner haben sich folgende Werthe ergeben:

	Grenzwerthe.	häufigster Werth.
Triticum vulgare [2])	0·0140—0·0390	0·0282

[1]) Siehe Botan. Zeit. 1866.

[2]) Es wurden 23 verschiedene Sorten aus Mähren, Ungarn, Frankreich, Italien Chili und Victoria untersucht.

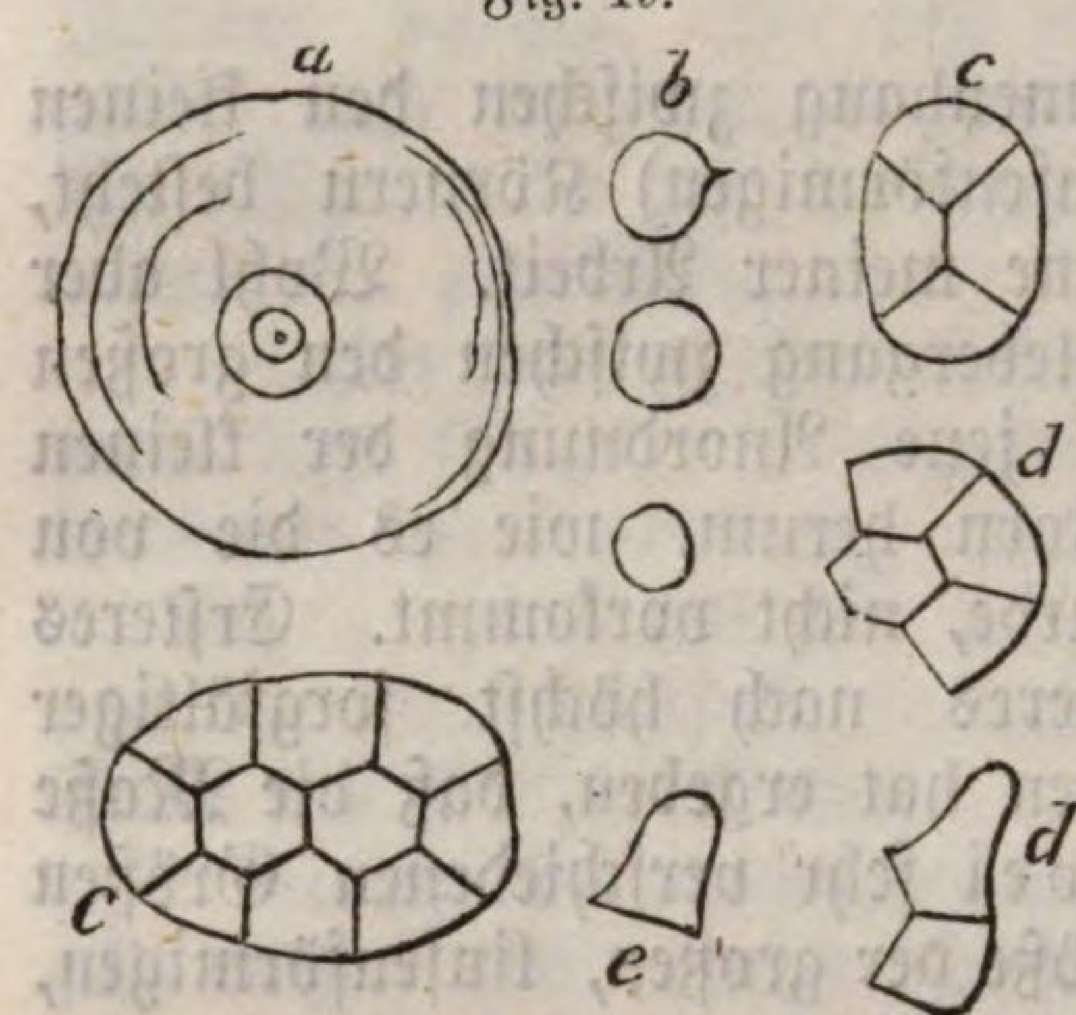
	Grenzwerthe.	häufigster Werth.
Triticum durum[1])	0·0110—0·0360	0·0261
„ turgidum[2])	0·0176—0·0411	0·0290
„ spelta[3])	0·0154—0·0396	0·0270
„ dicoccum[4])	0·0111—0·0301	0·0259
„ monococ.[5])	0·0120—0·0270	0·0195

Die schon oft gemachte Beobachtung über das Auftreten einer netzartigen Zeichnung an der Oberfläche der großen linsenförmigen Körner, habe ich an allen untersuchten Weizensorten bestätigt gefunden. Näheres über das Auftreten und Zustandekommen dieser Bildungen s. bei Nägeli.[6]) Ob diese Formen durch Abdruck der kleinen Körner, wie Schleiden vermuthet, oder durch Auflösung, wie Nägeli darzulegen versuchte, zustande kommen, konnte ich nicht entscheiden.

3) Die kleinen Stärkekörnchen des Weizens

sind wie die vorher beschriebenen großen linsenförmigen Amylumkörnchen des Weizens, einfache Körnchen. Ihre Form ist häufig kugelig, manchmal aber stellenweise polyedrisch abgeplattet. Manchmal erblickt man auch unregelmäßige abgerundete Gestalten. Hin und wieder bemerkte ich Körner, welche auf einer Seite völlig gerundet, an der entgegengesetzten scharf zugespitzt waren (Fig. 19 b), Formen, welche mir bis jetzt noch niemals unter den Stärkekörnchen begegneten. — Nägeli hat an den kleinen Stärkekörnchen keinerlei Structurverhältnisse bemerkt. — Mit Hartnacks system à imm. Nr. 11 und Oc. III. erkannte ich deutlich an jedem Korne eine dichte (bläulich erscheinende) Schicht und einen großen wasserreichen (röthlich erscheinenden) Kern. — Chromsäure bewirkt bloß eine Aushöhlung des Kernes. Weder Schichtung noch Radialstreifung wurde an den Körnern durch dieses Reagens hervorgerufen.

Fig. 19.



Vergrößerung 1000mal.
Weizenstärke. a großes, linsenförmiges, einfaches Stärkekorn; b kleine einfache Stärkekörner; cc zusammengesetzte Stärkekörner; dd Bruchstücke von zusammengesetzten Stärkekörnern; e Bruchkorn eines Zwillings.

Diese Körnchen haben folgende Größen:

	Grenzwerthe.	häufigster Werth.
Triticum vulgare	0·0022—0·0082	0·0072
„ durum	0·0022—0·0078	0·0072
„ turgidum	0·0025—0·0082	0·0072
„ spelta	0·0025—0·0079	0·0070
„ dicoccum	0·0018—0·0068	0·0066
„ monococ.[7])	0·0018—0·0060	0·0058

Die vorstehenden Zahlen lehren, daß die kleinen (einfachen) Stärkekörnchen

---

[1]) 6 Sorten aus Mähren, Ungarn, Frankreich, Algier.

[2]) 15 Sorten aus Mähren, Niederöstreich, Ungarn, aus der Schweiz, England, Ostindien, Chili und Neusüdweles.

[3]) 4 Sorten aus Württemberg und Baden.

[4]) 2 Sorten aus Wiener Sammlungen. Herkunft nicht bekannt.

[5]) 3 Sorten aus Wiener Sammlungen. Herkunft nicht bekannt.

[6]) l. c. p. 126, und p. 418.

[7]) Es wurden alle jene Weizensorten zur Bestimmung der Größe dieser Körner benutzt, welche auch zur Messung der großen linsenförmigen Körner dienten (Vergl. oben.)

der Weizensorten in der Größe nur wenig differiren. Die Körner der vier erstgenannten scheinen in Bezug auf Größe und Form gar nicht verschieden sein. Hingegen ist ein Größenunterschied bei T. dicoccum und monococcum gegenüber den vier erstgenannten nachweisbar.

4) Die zusammengesetzten Stärkekörner des Weizens.

Durch sorgfältige Präparation von frischem oder trockenem Weizen, selbst von Weizenstärke kann man sich überzeugen, daß zusammengesetzte Stärkekörner im Sameneiweiß des Weizenkornes auftreten. Sie finden sich sowohl in den peripheren als innern Schichten des Endospermgewebs vor; in letzterer häufiger als in ersterer. Die Menge der zusammengesetzten Körner gegenüber den beiden andern Arten von Stärkekörnern ist keine große. Die Feststellung des Mengenverhältnisses würde wohl ungemein zeitraubend sein. So viel läßt sich jedoch aussagen, daß ihre Menge gegenüber der Menge der einfachen Körner keineswegs verschwindet.

Die componirten Stärkekörner sind echt zusammengesetzt und zerfallen leicht und vollständig in Bruchkörner. Zwillingsbildungen treten ungemein häufig auf, wie man aus den häufig vorkommenden zuckerhutartig geformten Bruchkörnern entnehmen kann. Drillingskörner sind schon etwas seltener, ebenso Körner, die aus vier und mehr Körnern zusammengesetzt sind. Die Zahl der Theilkörner steigt nach meinen Beobachtungen bis auf 25. Die zusammengesetzten Stärkekörnchen haben eine elliptische oder eiförmige Gestalt, und überragen an Größe oft noch die großen linsenförmigen Stärkekörner. Das größte zusammengesetzte Korn, welches ich gemessen, hatte einen Durchmesser von 0·0324 Millim. Die Theilkörnchen verhalten sich genau so wie die kleinen einfachen Körnchen, in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle auch was die Größe anbelangt. Nur bei den Zwillingskörnern fand ich, daß sie nicht selten die kleinen einfachen Körner an Größe überragen. Gegen Chromsäure verhalten sich die Bruchkörner genau so, wie die kleinen einfachen Körner.

5) Unterscheidung der Weizenstärke von den übrigen Stärkesorten.

Es ist bekanntlich sehr leicht, die Weizenstärke von fast allen übrigen Stärkesorten des Handels zu unterscheiden, aber mit größeren Schwierigkeiten verbunden, sie von der Stärke des Roggens und der Gerste zu unterscheiden, da die morphologischen Verhältnisse der drei genannten Stärkesorten, ziemlich übereinstimmt. Diese Unterscheidung hat in so ferne eine practische Bedeutung, als Roggen manchmal zur Stärkebereitung dient, und für die Unterscheidung der Mehle aus Roggen, Weizen und Gerste keine andern Anhaltspunkte als die in den Formverhältnissen der Stärkekörnchen begründeten existiren.

Es entsteht nun nach dem vorhergehenden die Frage, ob nicht in dem Auftreten der zusammengesetzten Stärkekörner ein Mittel vorhanden ist, Weizenstärke von Gersten- und Roggenstärke, respective Weizenmehl von Roggen- und Gerstenmehl zu unterscheiden. Ich muß diese Frage verneinen, indem ich auch im Endosperm des Roggens und der Gerste ganz analoge Formen zusammengesetzter Stärkekörner gefunden habe. Es bleibt also für die Unterscheidung von Weizen-, Roggen- und Gerstenstärken nichts anders übrig, als auf die Dimensionen der Stärkekörnchen zurückzukommen. Die hier vorliegenden umfassenden Untersuchungen über die Weizenstärke, in welchen auf alle möglichen Weizensorten Rücksicht genommen

wurde, zeigen, daß die Unterscheidung mit aller Sicherheit durchgeführt werden kann.

Ich habe früher folgende Werthe für die großen und kleinen Stärkekörner des Weizens angegeben[1]). Sie bezogen sich auf Stärkesorten des Handels und auf Weizenarten, über deren Herkunft nnd Abstammung ich nicht orientirt war.

Kleine Körner.

Grenzwerthe.	Häufigster Werth.
0·0022—0·0082 Millim.	0·0072 Millim.

Große Körner.

Grenzwerthe.	Häufigster Werth.
0·0111--0·0410 Millim.	0·0282 Millim.

Abstrahirt man von Triticum monococcum und dicoccum, so erhält man für die Stärkekörner der übrigen Weizenarten auf Grund obigen Beobachtungen:

Kleine Körner.

Grenzwerthe.	Häufigste Werthe.
0·0022—0·0082 Mm.	0·0070—0·0072 Mm.

Große Körner.

Grenzwerthe.	Häufigste Werthe.
0·011—0·041 Mm.	0·027—0·029 Mm.

Vergleicht man diese Werthe mit den früher angegebenen, so ergiebt sich nur eine sehr geringe Differenz, welche für die Unterscheidung gänzlich bedeutunglos wird, wie ein Vergleich dieser Werthe mit jenen ergiebt, die sich auf die Stärkekörner von Roggen und Gerste beziehen.

Kleine Körner.

	Grenzwerthe.	Häufigster Werth.
Stärke von Gerste:	0·0016—0·0064	0·0046
Stärke v. Roggen:	0·0022—0·0090	0·0063

Große Körner.

	Grenzwerthe.	Häufigster Werth.
Stärke von Gerste:	0·0108—0·0328	0·0203
Stärke von Roggen:	0·0144—0·0475	0·0369

Vergleicht man die für die Stärkekörner von Triticum dicoccum und T. monococcum gefundenen und oben angegebenen Werthe mit diesen Daten, so erkennt man sofort, daß man niemals im Zweifel sein wird, ob Roggen oder Weizenstärke vorliegt, wenn man die Dimensionen der Stärkekörner zur Unterscheidung benutzt. Hingegen wird es mit einigen Schwierigkeiten verbunden sein, zwischen der Stärke von Triticum dicoccum und T. monococcum einerseits uud Gerstenstärke andererseits zu unterscheiden. Dennoch lehrt ein Vergleich der Zahlen, daß die Unterscheidung durchführbar ist. Man wird indeß, bei dem beschränkten Anbau von Triticum dicoccum und monococcum und dem Umstande, daß deren Stärke selten oder vielleicht nie, ferner daß Gerste nie zur Stärkebereitung und nur selten zur Mehlgewinnung dient, nur in äußerst seltenen Fällen in die Lage kommen können, diese schwierige und zeitraubende Untersuchung ausführen zu müssen.

---

[1]) Techn. Mikroskop p. 204.

Revision der Maaße, welche den Körnern einiger bekannter Stärkesorten eigen sind.

Von Melchior Hock.

Bei der vielfachen Uebereinstimmung, welche Form und Schichtenbau der Stärkekörner der verschiedenen Pflanzen und Pflanzentheile zeigen, ist es wohl begreiflich, daß eine genaue Kenntniß der Dimensionen der Stärkekörner, für deren Charakteristik um so nöthiger ist, als die Erfahrung gezeigt hat, daß die Amylumkörner einer bestimmten Stärkesorte innerhalb bestimmter Grenzen constante Maaße aufweisen.

Geht man die in der Litteratur befindlichen Angaben, selbst der, die gewöhnlichen Stärkesorten zusammensetzenden Amylumkörnchen durch, so wird man häufig nicht unerhebliche Differenzen finden.

Der Grund für die differirenden Angaben kann ein sehr verschiedenartiger sein. Manchmal sind die fehlerhaften Angaben der Maaße in Verwechslungen des Untersuchungsmateriales zu suchen. Solchen Irrthümern begegnet man nur zu oft in der Litteratur. Meist aber werden die Unterschiede in den Cotirungen der Stärkekörner, dadurch hervorgerufen, daß die Messungsresultate in nicht näher definirten und deshalb unvergleichbaren Zahlen ausgedrückt werden.

Die Angaben der Länge (z. B. des Längendurchmessers eines symmetrisch gebauten Kornes) beziehen sich manchmal auf Maxima, manchmal auf Mittelwerthe. Es ist begreiflich, daß die Maxima und Mittelwerthe der Kornlänge einer und derselben Stärkesorte immer und oft sehr beträchtlich differiren. Gibt nun ein Autor Maxima, der andre Mittelwerthe an, ohne aber die Bedeutung der bezüglichen Zahlen zu präzisiren, so werden sich, selbst ganz richtige Messungen vorausgesetzt, die auf eine und dieselbe Stärkesorte bezügliche Zahlen widersprechen müssen.

Die zweckmäßigste Art der Darlegung der Messungsresultate an Stärkekörnchen, ist die von Prof. Wiesner, in allen seinen Arbeiten mit Consequenz durchgeführte. Sie besteht darin, eine große Reihe von Messungen an einer und derselben Stärkesorte zu gewinnen und daraus die Grenzwerthe und die sich ergebenden häufigsten Werthe abzuleiten. Versucht man eine zweite, dritte .... Reihe von Messungen in derselben Weise arithmethisch zu behandeln, so kommt man wieder genau zu denselben Resultaten, rechnet man hingegen Mittelwerthe, so ergeben sich oft sehr bedeutende Differenzen.

Ich habe die Stärkekörnchen einiger sehr bekannter Stärkesorten gemessen und die Resultate in derselben Weise berechnet, also Grenz- und häufigste Werthe bestimmt.

Die gefundenen Zahlen dürften um so mehr Anspruch auf Beachtung verdienen, als sich die Werthe auf sehr zahlreiche Beobachtungen und auf ein sehr ausgedehntes Untersuchungsmaterial stützen.

1) Bohnenstärke.

Ueber die Form der Stärkekörnchen, welche in den Samenlappen der Phaseolus-Arten auftreten, findet man nur übereinstimmende Beobachtungen. Die Körnchen sind rund bis oval, und selbst abgerundet dreieckig, häufig etwas plattgedrückt. Die Körner werden von großen lufterfüllten Längsspalten, und nur selten von Querspalten durchsetzt. Schichtung am Rande meist deutlich. An Phaseolus multiflorus Lam. sollen nach Nägeli[1]) keine Schichten zu bemerken sein.

In Bezug auf Größe gehen hingegen die Angaben der Beobachter auseinander. Nach Nägeli steigt die Längsaxe der Stärkekörnchen bei den gewöhnlichen Bohnenarten bis 0·040 Millim. Bei Phaseolus aureus Hamilt. und Ph. saponaceus Savi erreichen die Stärkekörnchen nach demselben Beobachter eine Länge bis 0·055 Millim. — Nach Payen[2]) sollen die Körnchen der Bohnenstärke eine Größe bis zu 0·075 Millim.; die Körnchen aus den Samenlappen von Phaseolus vulgaris aber bis 0·063 Millim. erlangen. Nach Wiesner[3]) beträgt die häufigste Länge der Stärkekörnchen von Phaseolus multiflorus 0·033 Millim., von Ph. vulgaris 0·039 Millim.

Die Stärkekörnchen aller von mir untersuchten Phaseolus-Samen haben sich geschichtet erwiesen. Die Schichtung war allerdings bei der Stärke verschiedener Sorten eine verschieden deutliche. Stets wird die Schichtung durch Chromsäure deutlicher. Häufig tritt sie dann mit außerordentlicher Schärfe hervor und geht bis in's Innere des Kornes.

Folgendes sind die von mir gefundenen Maaße für die Längendurchmesser der Körner:

		Grenzwerthe.	häufigster Werth.
Phaseolus vulg. L. Samen aus Mähren.	Stärkekörner aus dem Innern	0,0252—0,0482	=0,038
	von der Peripherie des Samens	0,0168—0,0378	=0,030
Phaseolus vulg. L. Samen aus Niederöstr.	Stärkekörner aus dem Innern	0,0240—0,0478	=0,039
	von der Peripherie des Samens	0,0177—0,0380	=0,031
Phas. multifl. Lam. a. d. Wiener bot. Garten	Stärkekörner aus dem Innern	0,0084—0,0429	=0,033
	von der Peripherie des Samens	0,0080—0,0312	=0,028
Phaseol. Mungo Aub von Réunion.	Stärkekörner aus dem Innern	0,0231—0,0504	=0,032
	von der Peripherie des Samens	0,0147—0,0420	=0,023
Phaseol. radiatus L. aus Indien.	Stärkekörner aus dem Innern	0,0147—0,0399	=0,029
	von der Peripherie des Samens	0,0126—0,0231	=0,019
Marmorbohnen (Var. von Phas. vulg.?) vom Senegal.	Stärkekörner aus dem Innern	0,0231—0,0356	=0,031
	von der Peripherie des Samens	0,0189—0,0294	=0,023

2) Maisstärke.

Nach Nägeli erreicht der Durchmesser des Stärkekornes 0·021 Millim.; im äußern (hornigen) Theil des Sameneiweißes sind die Körner etwas kleiner als im innern (mehligen) Theile. Im ersteren steigt nämlich ihre Größe bis auf 0·016, im letzteren bis auf 0·021 Millim.[4]) — Nach Payen[5]) erreichen

[1]) Die Stärkekörner: Zürich 1858. p. 427.

[2]) Nägeli: l. c. p. 427 und Payen: Précis de Chimie industrielle. Paris 1859. II. Bd. p. 49.

[3]) Technische Mikroskopie. p. 208.

[4]) l. c. p. 409.

[5]) Payen: Précis de Chimie industrielle. Paris 1859. II. Bd. p. 49.

die Maisstärkekörnchen eine Größe bis 0·025 Millim. Die Körner des hornigen Theils sind polyedrisch, die des mehliges Theiles mehr abgerundet. — Nach Wiesner[1]) kommen im äußeren hornigen Theile polyedrische, im inneren runde, mit echt zusammengesetzten spärlich vermengte Stärkekörner vor. Die Größe der Körner liegt nach diesem Beobachter zwischen 0·0072—0·0325, und nähert sich meist dem Werthe 0·020 Millim.

Es folgen hier meine Beobachtungen:

		Grenzwerthe.	häufigste Werthe.
Gelber gemeiner Mais aus Ungarn	mehliger Theil	0,011 — 0,0231	= 0,019
	horniger Theil	0,0147 — 0,0252	= 0,020
Gelber Mais aus New-Süd-Wales	mehliger Theil	0,0117 — 0,0210	= 0,017
	horniger Theil	0,0126 — 0,0189	= 0,015
Pferdezahnmais von New-Süd-Wales	mehliger Theil	0,0105 — 0,0201	= 0,016
	horniger Theil	0,0120 — 0,0240	= 0,018
Violetter Mais aus Nordamerika	mehliger Theil	0,0126 — 0,0250	= 0,018
	horniger Theil	0,0084 — 0,0315	= 0,016
Bräunlichrother Mais aus Nordamerika.	mehliger Theil	0,0126 — 0,0231	= 0,016
	horniger Theil	0,0084 — 0,0210	= 0,016

Aus diesen Beobachtungen folgt, daß die Größe der Maisstärkekörnchen von 0·0084—0·0315 Millim., steigt und daß die häufigsten Werthe zwischen 0·015—0·020 Millim. liegen. Es hat sich auch herausgestellt, daß die dem mehligen Theile angehörigen Stärkekörner nicht immer größer sind, als die im hornigen Theile vorkommenden, wie frühere, oben citirte Beobachtungen annehmen ließen.

3) Marantastärke.

Die Stärke aus den Knollen von Maranta arundinacea L. (westindisches Arrowroot zum Theil, Jamaica Arrowroot) besteht aus Körnchen, welche nach Nägeli[2]) eine Länge bis zu 0·05 nach, L. Soubeiran[3]) bis 0·07, nach Payen[4]) bis 0·740, endlich nach Wiesner[5]) bis 0·07 Millimeter erreichen.

Nach letzterem Beobachter nähert sich der Werth der Länge dieser Körner meist der Größe 0·036 Millim.

Ich fand für die Stärkekörner von Maranta arundinacea L. folgende Werthe:

Stärke von:	Grenzwerthe:	häufigste Werthe:
St. Vincent	0·017—0·065	0·033—0·048
Réunion	0·015—0·067	0·033—0·050
Jamaica	0·017—0·070	0·036—0·049
Bermudas	0·013—0·067	0·029—0·052
West-Indien[6])	0·017—0·069	0·027—0·054

Diese Zusammenstellung lehrt, daß die Größe der in Rede stehenden Stärkekörner sehr variabel ist, so zwar, daß sich die häufigsten Längen nicht durch einen Näherungswerth, sondern nur durch Grenzwerthe ausdrücken lassen.

[1]) Technische Mikroskopie pag. 207.
[2]) l. c. p. 443.
[3]) S. Nägeli l. c.
[4]) Précis de chimie industrielle. II. pag. 49.
[5]) Technische Mikroskopie. pag. 210.
[6]) Handelswaare von unbekannter Herkunft.

Dritter Abschnitt. Droguen.

Untersuchungen über die Guarana.

Von J. Wiesner.

Die unter dem Namen Guarana (Pasta guaranà, Pasta Paulliniae sorbilis) in jüngster Zeit in den europäischen Handel eingetretene Drogue, steht im Lande der Erfindung und Gewinnung dieses Körpers (Brasilien) seit alter Zeit in Verwendung.

Der hohe Gehalt an Coffeïn, (4—5 Proc.; in den Kaffeebohnen nur 0·2—0·8, in den Theeblättern gewöhnlich nur 0·6—2 Proc.) hat diese Drogue unter den Chemikern und Aerzten bekannt gemacht. Von Trousseau und von Patruban wurde diese Substanz als Mittel gegen Migräne und Neuralgie in Vorschlag gebracht, und schon ist sie in einige europäische Pharmakopöen eingeführt worden.[1])

In Brasilien dient der Aufguß der Guarana als Genußmittel etwa wie Kaffee, Thee, Maté (Paraguay tea) oder Coca. Vielleicht, daß der eminent anregende wirkende Guaranaaufguß auch in Europa als Genußmittel Eingang findet, also ein ähnliches Schicksal erfährt, wie die bei uns eingebürgerten anregenden Genußmitteln, die anfänglich in Europa nur als Heilkörper in Verwendung standen.

Jedenfalls ist es jetzt schon von Werth, die Eigenschaft und Kennzeichen der Guarana genauer kennen zu lernen, indem dieser Körper bereits Gegenstand des Handels wurde und nach manchen Angaben schon an den Erzeugungsorten Verfälschungen ausgesetzt sein oder doch mit Zusätzen versehen werden soll, welche den Werth der Waare beeinträchtigen.

Einige im Nachfolgenden mitgetheilte Beobachtungen dürften zur Berichtigung mancher, in Fachkreisen verbreiteten irrthümlichen Angaben über die Guarana beitragen.

Die ersten verläßlichen Angaben über die Guarana verdanken wir Martius[2]), welcher in dem mit Spix herausgegebenen Reisewerke über Brasilien berichtete, daß die Mauhé's diese Substanz, welche der Autor „das Guarana" nennt, aus den Samen einer Sapindacee bereiten. Martius hat die Stammpflanze der Guarana als Paullina sorbilis beschrieben. Wir erfahren aus seinen Mittheilungen, daß die Samen dieser Schlingpflanze im Oktober oder November reifen, daß sie zu dieser Zeit aus der Kapsel gelöst und zur Trocknung an die Sonne gebracht werden. Die Samen werden nunmehr in steinerne Mörser oder auf ausgehöhlte Sandsteinplatten gebracht und von unten her durch ein Kohlenfeuer erwärmt. Die schwach gerösteten Samen werden sodann zu einem feinen Pulver zerrieben, das mit etwas Wasser angenäßt, oder die Nacht über

---

[1]) S. Commentar der österr. Pharmakopoe. Bd. III. p. 95.

[2]) Reise in Brasilien, Bd. III. (Herausgegeben von Martius 1831 p. 1061 und 1068 ffd.)

dem Thaue ausgesetzt, die Consistenz eines Teiges annimmt und sich kneten läßt. Diesem Teige werden vor seiner Formung noch ganze oder grob zerkleinerte Samen zugesetzt. Hierauf wird der Paste die Form von Cylindern oder Spindeln, seltener von Kugeln gegeben. Das Gewicht der Stücke beträgt 12 bis 16 Unzen. In der Sonne oder im Rauch der Hütte werden die geformten Stücke getrocknet, wobei sie so hart werden, daß sie mit der Axt zerschlagen werden müssen. In dieser Form, als steinharte Masse, läßt sich die Guarana durch Jahre hindurch unverändert aufbewahren. Für die Versendung wird sie zwischen Scitamineenblätter in Körbe gepackt. Geringe Sorten werden durch Zusatz von Cacaobohnen und Mandiocamehl (Stärke oder stärkereiches Mehl, bereitet aus den Knollen der Jatropha Manihot) gewonnen. Selbe erhalten dadurch eine im Bruche weißliche Farbe. Echte Guarana unterscheidet sich von einem derartigen geringen Produkte durch eine größere Härte, durch größeres Gewicht und endlich dadurch, daß das Pulver eine graulich-rothe Farbe besitzt, während die unechte Waare ein weißliches Pulver liefert.

In neuerer Zeit hat Silva Coutinho[1]) über die Guarana (Uarana) berichtet. Nach dessen Mittheilungen wird die Guarana, obschon sie bereits Gegenstand des Welthandels ist, noch in derselben Weise, wie von den Erfindern, den Mauhé-Indianern, bereitet. Dieser Abhandlung ist, in Betreff der Bereitung der Guarana nur wenig Neues zu entnehmen. Die Früchte der Paullinia sorbilis werden in's Wasser gelegt, damit das Pericarp, welches nach Coutinho zur Bereitung einer gelben Farbe dient, sich leichter von den Samen ablösen lasse. Die Zerkleinerung der gerösteten Samen erfolgt in hölzernen Mörsern mit Stößeln aus hartem Holze. Der Teig wird in die Form von Würsten oder Broden gebracht und zuerst an der Sonne, und dann im Ofen getrocknet. Die Samen müssen gleich verarbeitet werden, sonst gehen sie durch Gährung zu Grunde.

Nach den Angaben im brasilianischen Kataloge über die Pariser Ausstellung[2]) *sollen die Früchte des Uaranabaumes im unreifen Zustande gesammelt werden*, und die zubereitete noch nasse Guaranamasse sehr leicht in Gährung übergehen, so daß nicht mehr von diesem Muße bereitet werden darf, als zur Bereitung der Paste nothwendig ist. Auch hier findet sich die Angabe, daß die Früchte der Paullinia sorbilis eine Farbe liefern. Letztere soll jedoch roth sein.

Nach Peckolt's[3]) Mittheilungen *soll es gar nicht gelingen, aus angenäßtem Guaranasamenmehl eine harte Paste zu bekommen und dies erst nach Zusatz von Mandiocamehl möglich sein.*

Die auf dem europäischen Markte erscheinende Guarana hat die Form von cylindrischen, an beiden Enden abgerundeten Stangen, deren Länge 10—20, deren Durchmesser 3—5 Cent. beträgt. Außen zeigen die Stücke eine tief chocolade-braune Farbe. Auf frischer Bruchfläche erscheint die Drogue viel lichter braun gefärbt, ist deutlich fettglänzend und zeigt jene Structur, die man bei Gesteinen als Mandelstructur bezeichnet. Es sind nämlich in einer dem freien Auge ziemlich homogen erscheinenden Grundmaße, theils heller, theils dunkler als diese gefärbten Stücke, die meist 2—4, seltener 7—8 Millim. im Durchmesser halten, eingebettet. Die Samen haben einen Durchmesser bis zu

[1]) J. M. da Silva Coutinho. Noticia sobre o Uarana. Rio de Janeiro 1866.
[2]) Deutsche Ausgabe. Rio de Janeiro 1867 p. 86.
[3]) Die Guarana. Sitzungsberichte der Kais. Akademie der Wissenschaft zu Wien math. nat. Klasse Bd. 57 II. p. 473 ffd.

10 Millim. Sowohl Größe als Form dieser in die Grundmaße eingelagerten Stücke zeigen, daß nur zerkleinerte, nie ganze Samen in der im Handel vorkommenden Guarana zu treffen sind. Auch in den Proben von Guarana, welche 1867 in Paris von Brasilien ausgestellt wurden, habe ich nur Samenbruchstücke gesehen. Die in der Guarana eingesprengten Samenstücke sind nicht selten mit einem rein weißen Beschlage versehen. Die Bruchfläche nimmt selbst nach jahrelanger Aufbewahrung nicht die tiefbraune, beinahe schwarze Farbe an, welche die Oberfläche der Guarana stets zeigt. Es dürfte deßhalb die Annahme berechtigt sein, daß die Oberflächenfarbe der Drogue nicht von selbst an der Luft entsteht, sondern auf andere Weise, vielleicht durch die Einwirkung von Rauch (vergl. oben bei Gewinnung der Guarana) hervorgerufen wird. Die Guarana ist hart und zähe; sie läßt sich im Mörser nur schwer zerkleinern. Das Pulver ist licht zimmtbraun. Durch längere Zeit in einem geschlossenen Gefäße aufbewahrt, oder auf einige Augenblicke in einem erwärmten Gefässe verschlossen, läßt es einen eigenthümlichen säuerlich aromatischen Geruch erkennen, der mich an den Geruch der aus dem Paradiesapfel (Solanum lycopersicum) bereiteten Tunke erinnert. Die feste Drogue ist fast gänzlich geruchlos. Der Geschmack ist deutlich bitter. Nach gelindem Erhitzen nimmt sie den Geruch und Geschmack der gerösteten Kaffeebohnen an. Im Wasser erweicht die Guarana, die Flüssigkeit nimmt eine bräunliche Farbe an, der feste Rückstand entfärbt sich immer mehr und mehr. Die frischen Samen, besonders die Schale, schäumen, mit Wasser geschüttelt, ihres schon von Martius nachgewiesenen Saponingehaltes wegen, was bei der Guarana nicht der Fall ist. — Die Angaben über die Aschenmenge der Guarana widersprechen sich. Nach einer Angabe soll die Guarana mehr als 7[1]) nach einer anderen 2·6 Proc. Asche liefern.[2]) Herr Melch. Hock hat mehrere sehr sorgfältige Aschenbestimmungen mit dem ihm von mir übergebenen Materiale vorgenommen und gefunden, daß die lufttrockene 8·2 Proc. Wasser führende Substanz im Mittel 1·87 Proc. Asche giebt, welche aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kali, kohlensaurem und phosphorsaurem Natron, Kieselsäure und einer Spur Kalk besteht.[3])

Zu der nachfolgenden mikroskopischen Untersuchung dienten nicht nur zahlreiche Guaranaproben, sondern auch die unveränderten Samen von Paullinia sorbilis Mart. aus deren Heimathlande.

Da die Guarana, wie oben mitgetheilt wurde, eine überaus harte und zähe Masse ist, welche sich beispielweise nur sehr schwer im Mörser pulvern läßt, so ist leicht einzusehen, daß eine solche Substanz mit dem Messer nicht gut präparirt werden kann. Am besten bereitet man die Guarana für die mikroskopische Untersuchung vor, wenn man ein Stück derselben einige Stunden in destillirtem Wasser beläßt, wobei an den Structurverhältnissen der Zellen nichts geändert wird, und die ganze Substanz so breiartig weich wird, daß sie mittelst der Nadeln in genügend feiner Form auf den Objektträger des Mikroskops gebracht werden kann. Diese höchst einfache Präparationsweise erweist sich für die Untersuchung als völlig ausreichend. Sie erweiset vor allem anderen, daß die

---

1) Commentar der österr. Pharm. I. 454.
2) Peckolt l. c.
3) Ausführliche Mittheilungen über Gewinnung, Versendung, Benützung 2c. der Guarana, finden sich in der Abhandlung: Die Guarana, von Prof. J. Wiesner. Ausland 1870.

Guarana durch und durch aus geformten Elementen besteht,[1]) und daß ganze grobe, völlig wohlerhaltene Gewebsstücke der Samen der Paullinia sorbilis in der Guarana anzutreffen sind. Es sind dies nämlich die, dem freien Auge ganz gut kenntlichen körnigen Einschlüsse. Selbe sind manchmal heller gefärbt, als die Grundmasse, manchmal sogar wie mit einem weißen Pulver überstreut, hin und wieder tief chocoladebraun gefärbt. Die Grundmasse besteht theils aus Zellen oder Zellgruppen der Samengewebe, theils aus Zellfragmenten und bloßgelegten Einschlüssen der Zellen; nämlich aus Stärkekörnern, Aleuronkörnern (Klebermehl) und Fetttröpfchen.

Durch die Wirkung des Wassers werden die bräunlich gefärbten Röstprodukte, welche die Zelle erfüllen, und ebenso die Intercellularsubstanz der Zellen in Lösung gebracht, wodurch zwei Erscheinungen erklärlich werden, welche nach der Einwirkung von Wasser auf Guarana hervortreten. Bringt man nämlich ein Stück Guarana, welches vorher in destillirtem Wasser aufgeweicht wurde, auf den Objektträger, so zerfällt es schon durch Druck mittelst des Deckgläschens in ein feines Pulver, welches sich aus einzelnen Zellen zusammengesetzt erweist. Dieses Pulver hat eine rein weiße Farbe, indem alle gefärbten Substanzen der Zellen durch das Wasser in Lösung gebracht wurden. Daß es das Wasser ist, welches diese gefärbten Substanzen, zumeist wohl nur Röstprodukte, löste und nur durch die einfache Wasserwirkung die gänzliche Auflösung der Intercellularsubstanz hervorgerufen wird, hiervon kann man sich leicht dadurch überzeugen, daß man ein Körnchen der Guarana, welches, wie schon oben erwähnt wurde, ein unverletztes Fragment eines Samens ist, in fettes Oel einlegt, wobei die Zellen zum größten Theile im völligen Verbande bleiben. Ich sage, zum größten Theile, nicht völlig; ein Theil der Intercellularsubstanz der Zellen ist geschwunden.

Die weiße Bestäubung, welche an manchen der körnigen Einschlüsse der Drogue wahrgenommen wird, wurde für Stärke gehalten, und ist die Meinung ausgesprochen worden, daß ein derartiger Beschlag auf eine Verfälschung durch Tapioca hinweise. Es ist dies jedoch ganz unrichtig. Diese weiße staubige Masse besteht, so wie jede andere Partie der Guarana aus den das Gewebe der Paullinia-Samen konstituirenden Zellen, welche aber an diesen Stellen ihrer farbigen Produkte beraubt wurden, zweifelsohne durch Wasser, welches zur Zeit, als die Guarana noch frischer, nasser Teig war, die Samenfragmente bespühlte, später nach anderen Stellen geführt wurde und endlich als tropfbares Wasser gänzlich aus der Masse verschwand. Dieser Sachverhalt ist um so gewisser richtig, als die genannten weißbestäubten Körnchen nur mit einem Theile ihrer Oberfläche der Grundmasse anhaften, mit einem anderen, oft größeren Theile, in Hohlräume frei hineinragen, welche so reichlich die homogene Grundmasse der Guarana durchsetzen.

Die Samen der Paullinia sorbilis bestehen, der überwiegenden Hauptmasse nach, aus Parenchymzellen. Es ist deßhalb begreiflich, daß reine Guarana fast nur aus diesen Zellen sich zusammensetzt. Die kleinen Mengen der übrigen Gewebe der Samen wurden bei der Röstung und Zerkleinerung so zertrümmert, daß es schwer hält, deren Anwesenheit in der Drogue überhaupt nur zu konstatiren. Nur hin und wieder findet man in manchen Stücken kleine Fragmente des Oberhautgewebes der Samenschale. Dieses Gewebe ist leicht kenntlich an

---

[1]) Worauf schon Aug. Vogl (Commentar deröstерr. Pharm. I. p. 453) aufmerksam machte.

den tiefbuchtigen, stark verdickten Zellen mit braun gefärbten Membranen und schwarzbraunem, feinkörnigem Inhalte. Der Längendurchmesser dieser Zellen beträgt meist nahezu 0·05 Millim.

Die organisch geformten Antheile reiner Guarana bestehen bloß aus Parenchymzellen; die Form derselben ist länglich vier- bis sechsseitig, doch nicht scharfkantig, sondern abgerundet. Bei der Aufschwemmung der Zellen in Wasser haften häufig zwei Zellen aneinander; es sind dies die Tochterzellen einer und derselben Mutterzelle, deren Intercellularsubstanz an den Berührungsflächen der neugebildeten Zellen erhalten ist. Der Längendurchmesser der Zellen schwankt zwischen 0·050 und 0·118 Millim. und nähert sich zumeist der Größe 0·09 Mill. Die Membran der Zellen hat eine so geringe Dicke, daß sich letztere nur schwer bestimmen ließe. Von dieser Zartwandigkeit der Zellen überzeugt man sich am besten, wenn man sie, in fettem Oel eingelegt, betrachtet. Im Wasser quellen die Membranen etwas auf und zeigen dann eine Dicke von etwa 0·0014 Millim. Der Inhalt der Zellen erscheint anfänglich bräunlich und trübe. Erst nach längerer Einwirkung des Wassers auf die Zellen entfärben sie sich und werden so klar, daß sich der Zellinhalt deutlich erkennen läßt. Er besteht zum größten Theile aus Stärkekörnchen, ferner aus Fetttröpfchen und wie ich durch Vergleich mit den in Oel eingelegten Präparaten fand, aus einer kleinen Menge von Aleuronkörnchen. Stellenweise tritt in den Zellen eine feinkörnige Masse auf, nämlich Reste des Protoplasma's.

Die Stärkekörnchen der Guarana scheinen etwas aufgequollen zu sein. Es läßt sich dies allerdings nicht aus ihrem Aussehen, auch nicht aus ihren Dimensionen entnehmen, wohl aber aus einer eigenthümlichen Form mancher, mit Stärkekörnchen dicht erfüllten Zellen erschließen. Diese Zellen zeigen nämlich eine wellenförmig gestaltete Membran. Die wellenförmigen Erhabenheiten werden sichtlich durch Stärkekörnchen hervorgerufen, welche sich in die dehnsam gewordene Zellwand hineindrängten. Die stärkeerfüllten Parenchymzellen der unveränderten Samen zeigen diese Erscheinung nicht. Dies und der Umstand, daß die wellenförmig konturirten Zellen dicht mit Stärkekörnchen erfüllt sind, läßt schließen, daß die Stärkekörnchen der Guarana gequollen sein müssen. Ein Vergleich der in der Guarana enthaltenen Stärkekörnchen mit den in den Samen vorkommenden unveränderten Amylumkörnchen, läßt keinen Unterschied zwischen beiden, weder in der Form noch in der Größe erkennen.

Es ist für die, auf die mögliche Verfälschungen der Guarana Rücksicht nehmende Untersuchung dieser Drogue höchst bemerkenswerth, daß die Stärkekörnchen der Guarana Form- und Größenverhältnisse darbieten, welche von jenen der Tapiocastärkekörnchen so wesentlich abweichen, daß eine Verwechslung beider nicht möglich ist. Die Stärkekörnchen aus dem Samengewebe der Paullinia sorbilis sind rundlich oder eiförmig; meist einfach, einzelne zu 2—15 componirt. Die einfachen Stärkekörnchen haben einen Durchmesser von 0.008 bis 0·017 Millim., meist von nahezu 0·012 Millim. Die Tapiocastärkekörnchen sind hingegen, wie bekannt, fast durchgängige Zwillingskörner, von denen jedes einzelne Theilkorn halbkugelig bis zuckerhutförmig ist, und meist einen Längendurchmesser von 0·02 Millim. aufweist. Die eigenthümliche Form und Lage des Kernes der Tapiocastärkekörnchen wird den Beobachter stets in den Stand setzen, diese von den Guarana-Stärkekörnchen zu unterscheiden. Ich bemerke noch, daß sich die, fast immer runden, kugeligen oder elipsoidischen Stärkekörnchen der Paullinia-Samen, bei starken Vergrößerungen (Hartnack: Syst. à imm. Nro. 10, Ocul. Nro. III.) sehr deutlich geschichtet erweisen.

So scharf als man durch das Studium der Stärkekörnchen, welche in der Guarana auftreten, eine Beimischung von Tapioca nachweisen kann, so sicher läßt sich durch genaues mikroskopisches Studium der Gewebstheile, aus dem sich diese Drogue zusammensetzt, eine etwaige Versetzung mit Cacaobohnen eruiren. Das Gewebe der Cacaobohnen besteht, wie das der Paulliniasamen der Hauptmasse nach aus Parenchym, und dieses setzt sich aus zartwandigen, rundlich polyedrischen Zellen zusammen. Die Form dieser Zellen hat allerdings viele Aehnlichkeit mit jener der Parenchymzellen der Guarana. In der Größe und in Betreff des Inhaltes sind jedoch beide Arten von Zellen leicht von einander zu unterscheiden. Die Zellen aus dem Parenchym der Samenlappen der Cacaobohnen sind beträchtlich kleiner als die korrespondirenden Elementarorgane der Paullinia-Samen. Erstere haben nämlich meist einen Durchmesser von bloß 0·033 Millim. Die Zellen der ersteren enthalten nur wenig oder gar keine Stärke, die der letzteren sind hingegen fast durchgängig mit Stärkekörnchen erfüllt.

Die Amylumkörnchen der Cacaobohnen sind kleiner als die der Guarana und messen zumeist nur 0·006 Millim. Ferner ist noch hervorzuheben, daß die Hauptmasse der Parenchymzellen der Cacaobohnen farblos, der Rest durch einen röthlichen oder violetten Farbstoff, der durch Alkalien blau, durch Säuern lebhaft roth gefärbt wird, tingirt ist, und daß die Cacaobohnen eine weitaus größere Fettmenge (in Form kleiner Tröpfchen) führen, als die Palliniasamen. Die Differenz im Fettgehalte beider Gewebe springt sogleich in die Augen, und dies wird sehr begreiflich, wenn man bedenkt, daß die Cacaobohnen mehr als 40, die Guarana-Samen nur etwa 3 Proc. Fett führen. Die hervorgehobenen Unterschiede sind so auffällig, daß eine Nachweisung des Gewebes der Cacaobohnen in der Guarana auf mikroskopischem Wege sehr leicht und sicher gelingt.

Die peripherische Partie der Guarana unterscheidet sich wie schon oben erwähnt, und wie bekannt, von der Innenmasse durch eine dunklere Farbe. Mikroskopisch ist sie von der Innenmasse nicht verschieden, sondern besteht wie diese aus den Parenchymzellen der Guaranasamen in mehr oder minder gut erhaltenem Zustande und aus Produkten mechanischer Zerstörung dieser Zellen, nämlich aus Zellmembranstücken, ausgetretenen Stärke- und Aleuronkörnchen, Fetttropfen und der schon oben erwähnten protoplasmatischen Masse. In dieser peripherischen Partie sind Pilzsporen und überaus feine Pilzmycelien nicht selten.

Auch in der pulverförmigen Guarana, wie eine solche von den Apotheken geführt wird, sind die Structurverhältnisse der Guarana leicht nachzuweisen. Doch ist begreiflicherweise die mechanische Zerstörung der Zellen in diesem Produkte weiter gediehen als in der Paste. Namentlich treten häufig Zellen auf, die in Folge erlittener Quetschungen im Flächenbilde etwas größer als die unveränderten Zellen erscheinen.

Ich habe zahlreiche Guaranasorten des Handels untersucht und darunter keine einzige gefunden, welcher das Gewebe der Cacaobohnen beigemengt gewesen wäre. Alle Proben bis auf eine, waren völlig frei von Tapiocastärke. Es ergibt sich hieraus, daß allerdings Verfälschungen der Guarana mit dieser Stärkemehlsorte vorkommen, daß aber Peckolt's Behauptung, aus den Samen der Paullinia sorbilis allein könne keine erhärtende Paste erhalten werden, grundlos ist, und daß fremde

Zusätze in der auf dem europäischen Markte vorkommenden Guarana nur selten vorzukommen scheinen.

Die genaue mikroskopische Vergleichung der Samen mit den in der Guarana enthaltenen Gewebsbestandtheile hat ferner dargethan, daß so wie in dem Parenchymgewebe der reifen Samen, so auch in den korrespondirenden Gewebsbestandtheilen der Guarana sich ein starker Schwund der Intercellularsubstanz bemerkbar macht. Es ergibt sich hieraus, daß zur Bereitung der untersuchten Guaranasorten entweder völlige reife, oder doch der Reife sehr nahe Samen verwendet worden sein mußten. Die oben mitgetheilten Angaben, daß die Paullinia-Samen im unreifen Zustande zur Guaranagewinnung dienen, ist deßhalb sehr unwahrscheinlich.

Untersuchungen über Abstammung und Eigenschaften einiger Harze.[1]

Von J. Wiesner.

Die Benzoë von Singapore.

Von Herrn Dr. Krausse in Singapore ist mir eine sehr interessante Sammlung von auf Benzoe bezüglichem Untersuchungsmateriale zugekommen. Die Sendung enthielt Zweige der auf Singapore von den Engländern in neuerer Zeit auf Benzoe ausgebeuteten Bäume, und zwar in gut erhaltenen, blühenden und fruchttragenden Exemplaren; ferner Früchte des Baumes in verschiedenen Stadien der Reife, Harz führende Stammstücke von verschiedenem Alter, endlich das in Singapore gewonnene Harz selbst.

Der Inhalt dieser Sendung hatte für mich einen hohen Werth. Ich hoffte dieses Untersuchungsmaterial zur Ausfüllung mancher Lücke in unseren Kenntnissen über die Benzoë und den Benzoëbaum verwerthen zu können.

Ueberschaut man unsere Kenntnisse über Benzoë, so stößt man auf folgende unerledigte Punkte.

1. Stammt alle Benzoë von einem und demselben Baume, nämlich von Styrax Benzoin Dryard. (=Benzoin officinale Hayne)? Allerdings ist bekannt, daß die sumatranische und ein Theil der hinterindischen Benzoë von dem genannten Baume herrühren.[2]) Dennoch ließ die Verschiedenartigkeit im chemischen Charakter der Benzoësorten, und das oft sehr beträchtlich verschiedene Aussehen der Sorten der Vermuthung Raum, daß noch andere als der genannte Baum käufliche Benzoë liefern. So ist z. B. von Henkel[3]) die Ansicht ausgesprochen worden, daß die Zimmtsäure führenden Benzoesorten von einem andern Baume herrühren. Auch Flückiger hat in brieflichen, an mich gerichtete Mittheilungen (April 1868) Zweifel darüber ausgedrückt, ob die aus den Laos-Ländern kommende Benzoë und die aus Sumatra stammende von derselben Pflanze herrühren.

2. Ueber die Entstehung des Benzoëharzes in den Geweben der Stammpflanze ist noch nichts bekannt, und doch ist diese Frage nicht nur in botanischer Beziehung von Wichtigkeit, um die Gewebe und Zellentheile (Membran oder Inhalt) welche das Harz liefern, kennen zu lernen, sondern vorzugsweise in chemischer Beziehung, und zwar deßhalb, um auf dem Wege direkter Beobachtung zu konstatiren, ob Bittermandelöl, welches nach Hlasiwetz's[4]) ausgezeichneter synth. Untersuchung in so innigem Zusammenhange mit einem Theile

---

[1]) Vorläufig im Berichte über die öster. Expedition nach Ostasien mitgetheilt.

[2]) S. die Citate in meinem Buche: Die Gummiarten, Harze 2c. Erlangen 1869 p. 181.

[3]) Zeitschrift des österr. Apothekervereins 1865. (Vergl. auch Cannstatt's Jahresbuch 1861 p. 34.)

[4]) Ann. der Chem. und Pharm. Bd. 139 p. 89.

des Benzoëharzes steht, jener Körper ist, aus welchem in den Geweben des Benzoëbaumes die Benzoë entsteht.

3. Noch nicht alle im Handel vorkommenden Benzoësorten sind genau charakterisirt und nicht alle noch auf Zimmt- und Benzoësäure untersucht.

Diese Lücken in unseren Kenntnissen über die Benzoe haben mich bewogen, in der Instruktion für die fachmännischen Begleiter der ostas. Expedition auf die Wichtigkeit der Erwerbung von einschlägigem Untersuchungsmateriale hinzuweisen.

Auf Anregung des Herrn Hofrathes Dr. v. Scherzer hat sich Herr Dr. F. A. Krausse in Singapore dieser Sache angenommen und ihm verdanke ich die Erwerbung der Eingangs genannten Objekte, auf welche sich die nachfolgenden Untersuchungen beziehen.

Durch Vergleich der eingesendeten, reichlich mit wohlerhaltenen Blüthen und Blättern versehenen Zweige der Benzoëbäume von Singapore mit den im Wiener botanischen Hofkabinete enthaltenen Herbarexemplaren von Styrax Benzoin konnte ich nicht nur konstatiren, daß die in Rede stehenden Benzoëbäume mit Styrax Benzoïn identisch sind, sondern daß sie mit diesem Gewächse auch so genau übereinstimmen, daß man nicht einmal der Vermuthung, man hätte in der Pflanze von Singapore eine Varietät der genannten Species vor sich, Raum geben kann. Der Nachweis, daß die Pflanze von Singapore mit Styrax Benzoïn identisch ist, hat, wie ich weiter unten zeigen werde, in sofern einen Werth, als nun mehr die Annahmen, es gäbe außer dem genannten Baum noch andere Benzoë liefernde Gewächse, ihre Berechtigung verloren hat.

Nach Krausse's brieflichen Mittheilungen werden die Benzoëbäume in Singapore kultivirt. Wildwachsende Bäume kommen dort nicht vor. — Die Blüthenknospen erscheinen an den Bäumen Anfangs, die Blüthen Mitte November. — Es wird gewöhnlich angegeben, daß die Blüthen am Styrax Benzoin ähnlich wie das Benzoëharz einen vanilleartigen Geruch haben. Krausse widerspricht dieser Behauptung und theilt in seinem Schreiben mit, daß der Geruch der Blüthen ein veilchenartiger ist. Die trockenen Blüthen finde ich völlig geruchlos. Mit Wasser behandelt und verschlossen stehen gelassen, finde ich keinen Geruch nach Bittermandelöl. Auch Zimmtsäure konnte ich darin nicht nachweisen, wohl aber giebt sich ein deutlich erkennbarer veilchenartiger Geruch kund, der übrigens mehr Aehnlichkeit mit dem Geruch der Iriswurzel als jenem der Blüthen von Viola odorata zeigt. Blätter und junge Stengel (einjährige Triebe) sind im trockenen Zustande völlig geruchlos. In gleicher Weise wie die Blüthen behandelt, konnte ich darin weder Bittermandelöhl noch Zimmtsäure nachweisen. Dasselbe Resultat geben auch Blüthenknospen und Früchte in verschiedenen Stadien der Reife.

Die Prüfung der vegetativen Organe, ferner der Blüthen und Früchte auf Bittermandelöhl hat also ein negatives Resultat gegeben. Auch in den Rinden und im Holze des genannten Baumes wollte es mir nicht gelingen, diese Substanz nachzuweisen. Dennoch möchte ich die Entstehung des Harzes oder eines Theils desselben aus Bittermandelöl, wie eine solche durch die wichtigen Untersuchungen von Hlasiwetz wahrscheinlich geworden ist, noch nicht bestreiten. Allerdings gibt es Pflanzenorgane, wie z. B. die bittern Mandeln, welche selbst nach langer Aufbewahrung die Anwesenheit von Bittermandelöl erkennen lassen. Aber für diese Samen wurde nachgewiesen, daß das Amygdalin, in andern Zellen auftritt als das Emulsin. Die beiden Substanzen, welche erst in Contakt gebracht, Bittermandelöl liefern, treten also in den bittern Mandeln getrennt auf,

und nur deßhalb können sie auch nach langer Aufbewahrung noch Bittermandelöl liefern. Aber man ist berechtigt zu fragen: muß in den Geweben des Benzoëbaumes das Bittermandelöl in gleicher Weise wie in den bittern Mandeln entstehen, ja selbst, muß, wenn es in der That in derselben Weise entstehen sollte, das Amygdalin vom Emulsin räumlich getrennt sein? Wenn aber beide Körper in denselben oder in unmittelbar benachbarten Zellen auftreten, könnte das Bittermandelöl ja rasch entstehen und beim Eintrocknen der Organe alsbald entweichen. In der That gibt es Bittermandelöl liefernde Pflanzentheile (z. B. die Kirschlorbeerblätter) welche in trockenem Zustande gar kein Bittermandelöl liefern. Weitere, an frischen Theilen von Styrax Benzoïn anzustellende Beobachtungen werden abgewartet werden müssen, um die Frage der Entstehung des Benzoëharzes in den Geweben der Stammpflanze vom chemischen Standpunkte aus zu unterscheiden.

Die Rinden und Stammstücke von Styrax Benzoïn welche mir zur Untersuchung vorliegen, dürften etwa von 8—10jährigen Stämmen oder Aesten herrühren. Sowohl an den Rindenstücken als an Holzbruchstücken (Splint) haften Harzmassen, welche theils in natürlichen, theils in Schnittwunden liegen.

Die Rinde ist braun und rauh, das Splintholz hat genau die Farbe von gemeinem Ulmen-Kernholze. Das aus natürlichen Wunden ausgeflossene Harz hat eine dunklere Farbe als das aus künstlichen Oeffnungen hervorgequollene. Die mit freiem Auge vorgenommene Betrachtung der Rinden- und Splintstücke läßt keinen Schluß auf die Entstehungsweite des Benzoëharzes zu; nicht einmal die Frage, ob dieser Körper in der Rinde oder im jungen Holze entsteht, läßt sich auf diese Weise lösen. Hingegen hat die von chemischen Reaktionen unterstützte mikroskopische Untersuchung von Rinde und jungem Holze mir sichere Anhaltspunkte über den Ort und theilweise auch über die Entstehung des Benzoeharzes in den Geweben der Stammpflanze gegeben.

Ehe ich an die Darlegung des mikroskopischen Baues der Rinde und des Holzkörpers gehe, muß ich einer sehr bemerkenswerthen chemischen Thatsache Erwähnung thun. Ich habe gefunden, daß die Benzoë von Singapore, wie unten noch des Nähern auseinandergesetzt werden soll, nicht nur Benzoë-, sondern auch Zimmtsäure führt. Es ist mir nun durch Anwendung der unten bei der Beschreibung der Benzoë von Singapore angegebenen Methode gelungen, auf das Bestimmteste nachzuweisen, daß die Rinde und nicht der Holzkörper der Sitz der Zimmtsäure ist, woraus sich ergibt, daß entweder das ganze Harz, oder doch der Zimmtsäure führende Antheil desselben in der Rinde entsteht.

An der Rinde des Benzoëbaumes kann man deutlich Außen-, Mittel- und Innenrinde unterscheiden. Die Außenrinde ist ein aus kleinen, tangential abgeplatteten tief bräunliche Membranen führenden Zellen bestehendes Periderm. Sie trägt zur Färbung der Benzoe bei, aber weniger dadurch, daß der von den Zellenwänden gebildete Farbstoff einzelne Partieen des Harzes färbt, sondern vielmehr dadurch, daß kleine Stückchen dieses Periderms in die Grundsubstanz der Benzoë eintreten, worin sie sich mikroskopisch leicht nachweisen lassen.

Die Mittelrinde besteht aus größeren parenchymatischen Elementen und zahlreichen Steinzellen mit farblosen durch Kalilauge sich intensiv gelb färbenden Membranen. Sie führen entweder Luft oder einen blutrothen harzigen Inhalt. Im Parenchym finden sich zahlreiche, mit einer öligen Flüssigkeit erfüllte Zellen. Die Mittelrinde scheint die Entstehungsstätte der Zimmtsäure und vielleicht auch des größern Theils der harzigen Be-

standtheile des Benzoëharzes zu sein. Nach möglichster Entfernung der Außen- und Innenrinde ließ sich im Reste die Gegenwart von Zimmtsäure nachweisen.

Die Innenrinde ist von der Mittelrinde nicht scharf abgegrenzt. Sie ist reich an parenchymatischen Elementen. In einem reichlich entwickelten Bastparenchym und stark entwickelten Bastmarkstrahlen finden sich Weichbastzellen und 2 Arten von stark verdickten bastartigen in kleine Gruppen vereinigte Zellen. Die einen sind überaus stark verdickt und zeigen nur undeutliche Markstrahlen; die andern lassen hingegen trotz ihrer Derbwandigkeit ein ziemlich weites Lumen erkennen und sind mit überaus zahlreichen Siebporen durchsetzt. Siebplatten kommen indeß an diesen Zellen nicht vor. Die prosenchymatischen Elemente der Innenrinde verlaufen in bogigen Zügen.

Im Holzkörper erkennt man deutlich Holzzellen, Gefäße, Markstrahlen und Holzparenchym. Die Holzzellen und Gefäße lassen nichts Bemerkenswerthes erkennen; die parenchymatischen Antheile des Holzes hingegen, vorzugsweise das Markstrahlengewebe, aber auch das Holzparenchym, so weit es nicht als Träger von oxalsaurem Kalk erscheint, verharzen. Namentlich das Markstrahlengewebe zeigt eine starke Neigung zur Verharzung, besonders an den angeschnittenen Stellen. Es zeigt sich hier auf das Deutlichste, daß dieses Gewebe mit dem an der Grenze zwischen Mittel- und Innenrinde auftretenden Parenchymgewebe einen gleichen chemischen Charakter trägt, nämlich wie dieses in starker Verharzung begriffene Zellwände führt. Die Markstrahlen sind mit kleinen komponirten Stärkekörnchen durchsetzt, welche hier und dort sich in Harzmehl verwandeln. Wo im Holzkörper die Verharzung stärker um sich greift, sind ganze Strecken der parenchymatischen Antheile desorganisirt. Mit Weingeist oder verdünnten Alkalien behandelt, zerfallen sie in eine überaus feinkörnige Masse, und lassen nun mehr Spuren organischer Struktur erkennen. Die verharzenden Zellmembranen werden, nach dem Verhalten gegen Weingeist zu urtheilen, nur zum Theile in Harz verwandelt. Der in Weingeist oder Alkalien sich lösende Theil besteht aus Harz, die in beiden unlöslich zurückbleibenden feinen Körnchen sind gewiß eine von Harz verschiedene Substanz, über deren Natur aber wohl schwer in's Klare zu kommen sein dürfte.

Das Harz tritt sowohl an Rinden als Splintstücken auf.

Die morphologischen und chemischen Beobachtungen, welche ich am Rinden- und Splintgewebe des Benzoëbaumes anstellte, haben mir die Ueberzeugung verschafft, daß die Entstehung des durch künstliche Harzung gewonnenen Benzoëharzes durchaus nicht an ein bestimmtes Gewebe des Stammes gebunden ist, daß vielmehr verschiedene Gewebe sowohl des Rinden- als Holzkörpers an der Bildung dieses Harzes Antheil nehmen. Die in der Benzoë vorkommenden drei Harze, die Benzoësäure, und die die letztere substituirende Zimmtsäure, die Farbstoffe ꝛc. haben verschiedene Entstehungsstätten. Daß die Zimmtsäure in der Mittelrinde gebildet wird, hiervon habe ich mich auf das bestimmteste überzeugt; hier scheint auch der Hauptsitz der Erzeugung des Harzes zu sein. Doch nehmen auch die parenchymatischen Gewebe des Holzkörpers ebenfalls nebst analogen Elementen des Bastes an der Bildung des Harzes Antheil. Aus den genannten Geweben scheint der größte Theil der Grundsubstanz, und zwar durch chemische Metamorphose der Zellwand, aber auch der Inhaltskörper (Stärke) gebildet zu werden. Die färbenden Substanzen rühren, wie schon oben angedeutet wurde, zum größten Theile aus der Außenrinde. Dieser Umstand macht es begreiflich, daß die aus natürlichen Wunden geflossene Benzoë stärker gefärbt ist als die

aus künstlichen beigebrachten hervorgequollenen, wie auch die Erfahrung lehrt.

Die Benzoë von Singapore hat einen angenehmen vanilleartigen Geruch. Sie kömmt hierin der bekannten Sorte von Siam nahe. Die gewöhnliche Sorte hat eine gelbliche bis bräunliche Farbe und führt leicht nachweisbare Mengen krystallisirter Substanz. Die beste Sorte ist eine schöne Mandelbenzoë. Die Mandeln haben ein milchartiges Aussehen, nur dort, wo sie der Grundsubstanz anhaften, sind sie etwas fleischfarben. Die Grundsubstanz ist loh-rothbraun. Die Mandeln sind reicher an krystallisirter Substanz als die Grundsubstanz. In Erstern erkennt man bei Behandlung mit Weingeist spießige Krystalle, (wahrscheinlich von Zimmtsäure).

Ich habe mich überzeugt, daß in allen Sorten der Benzoe von Singapore Zimmtsäure vorhanden ist. In den besten Sorten erkennt man die Gegenwart dieses Körpers schon beim Kochen des Harzpulvers mit Wasser an dem Geruche der Dämpfe. Aber selbst an Sorten, wo der Geruch von Zimmtsäure nicht mehr wahrzunehmen war, konnte ich durch Ueberführung dieses Körpers in Bittermandelöl durch oxydirende Substanzen (ich wendete übermangansaures Kali oder ein Gemenge von doppeltchromsaurem Kali und Schwefelsäure an) die Gegenwart von Zimmtsäure konstatiren.

Die beiden in dieser Abhandlung dargelegten Thatsachen, daß nämlich die Benzoë von Singapore Zimmtsäure führt und von dem Baume Styrax Benzoïn abstammt, sind für die Herleitung dieser Droguen, wie ich glaube, von einigem Werthe. Wie für die zimmtsäurefreie, so ist nunmehr auch für die zimmtsäurehaltige Benzoë der Nachweis der Herkunft von Styrax Benzoïn geliefert. Die oben erwähnte Vermuthung, daß die zimmtsäurehaltigen Benzoësorten von einem andern als dem genannten Baume kommen, erscheint mir deßhalb entkräftigt. — Aber bei der Verschiedenartigkeit, welche die Benzoësorten von Singapore untereinander zeigen, dürfte wohl die Annahme, daß alle im Aussehen noch so verschiedenen Benzoësorten von einem und demselben Baume herrühren, die größte Wahrscheinlichkeit für sich haben.

2) Drachenblut von Socotora.

Von dem Hinduarzte, Mr. Narajan Dáji ist mir durch Hrn. v. Scherzer diese, den Bazaren von Bombay entnommene Drogue zugesendet worden. Im indischen Handel, neben den bekannten Sorten von indischem Drachenblut häufig, kömmt sie von dort auch in den europäischen Handel, gelangt aber, wie es scheint, unter anderm Namen in den Verkehr.

Mr. Narajan Dáji hat mir brieflich mitgetheilt, daß diese von der Insel Socotora nach Indien kommende Drachenblutsorte von Pterocarpus Draco L., einer bekanntlich ursprünglich westindischen Smilacee, abstamme. Früher wurde die socotrinische Sorte von Dracaena Draco L. abgeleitet. [1]) Ich habe mich nun zwar oftmals von der Correctheit der Angaben des Einsenders überzeugt. Dennoch zweifle ich die Richtigkeit seiner Angabe, die diesmal nicht auf Authopsie beruht, an. Nachdem ich die in Rede stehende Drogue von Socotora gesehen, und mit ostindischem, zweifellose von Calamus Draco Willd. stammendem Drachenblut verglichen habe, halte ich es für das Richtigste, das Drachenblut von Socotora ebenfalls von Calamus Draco herzuleiten. — Ich bemerke hier, daß die oft behauptete Abstammung eines Theils des ostindischen Drachenbluts

---

[1]) Vergl. Wiesner: Die Gummiarten ꝛc. p. 185.

von Pterocarpus-Arten (Pt. santalinus Lin. fil. P. indicus Willd. und Pt. Draco L.) nicht begründet ist, und wohl alles Drachenblut, welches in Ostindien gewonnen wird, von Cal. Draco abstammt. Hr. Dr. Krausse theilt mir nämlich brieflich (Singapore, April 1870) mit, daß es weder ihm noch dem um die Kenntniß der indischen Drogue hochverdienten Schomburgh gelungen ist, irgendwo in Indien die Gewinnung von Drachenblut an Pterocarpus zu beobachten, oder auch nur irgend welchen Anhaltspunkt, der die Herleitung auch nur eines Theils des indischen Drachenbluts von diesen Gewächsen wahrscheinlich machen würde, zu finden. Es scheint deßhalb die viel verbreitete Angabe, daß indisches Drachenblut auch von Pterocarpus-Arten herstamme, auf einem Irrthum zu beruhen.

Ueber das socotrinische Drachenblut liegen noch keine auf die Charakteristik bezugnehmenden Beobachtungen vor. Es dürften deßhalb die nachfolgenden Mittheilungen nicht ohne Interesse sein.

Dieses Drachenblut bildet Thränen von verschiedener Größe. Die kleinsten haben einen Durchmesser von 4, die größten von 12.5 Millim. Die Thränen sind gewöhnlich abgeplattet und zeigen blos eine Dicke von 2—5 Millim. Häufig ist eine Seite fast flach, die andere schwach gewölbt. Die Oberfläche der Stücke ist stark glänzend und erinnert an den Glanz der Aloë lucida, die gewölbte Fläche ist stets glatter und glänzender als die ebene. Die unverletzten Stücke sind tief schwarzroth. Auch frisch aufgebrochen zeigen die Stücke dieselbe Farbe. Durch Reibung beschädigte Stücke, in der Waare nicht selten, zeigen eine blutrothe Farbe, die Farbe des Strichpulvers. Bemerkenswerth erscheint mir auch die feine Streifung, welche hier und dort auf der flachen Seite einzelner Thränen sichtbar wird. Dieselbe wird entschieden durch Abdrücke von Blättern monocotyler Pflanzen hervorgebracht, und steht gewiß mit der Gewinnungsweise des Harzes im Zusammenhange. Im Innern ist jede Thräne dicht, bis auf die der ebenen Fläche zugewendeten Partie, die häufig schon dem freien Auge poröse erscheint. Die Drogue ist völlig geruchlos. Sie scheint auch geschmacklos zu sein. Zerkaut man sie aber, so stellt sich nach einiger Zeit deutlich ein süßer Geschmack ein. Beim Zerkauen haftet das Harzpulver schwach an den Zähnen. Die Dichte wurde gleich 1·27 gefunden. Die alkoholische Lösung des Harzes hat eine blutrothe Farbe.

Pulvert man die Sorte so fein als möglich und betrachtet sie, in Wasser eingelegt in Mikroskope, so erscheinen selbst die kleinsten Splitter noch deutlich roth. Selbst Splitter, welche ihrer Kleinheit wegen sich schon in Molekularbewegung befinden, sind bei 300facher lin. Vergrößerung noch röthlich gefärbt. Ich habe schon früher gezeigt, daß diese Eigenschaft nur den besseren Drachenblutsorten zukömmt und daß mikroskopisch kleine Harzsplitter bei derselben Vergrößerung von gelbbrauner Farbe sind.

Behandelt man einen Splitter dieses Drachenblutes mit Alkohol, so löst er sich nicht völlig auf. Es bleibt hierbei ein aus überaus feinen Körnchen bestehender Rückstand, welcher die lebhafteste Molekularbewegung erkennen läßt, zurück. Hin und wieder finde ich im Rückstande nach der Behandlung mit Alkohol kleine stark desorganisirte Gewebsreste, welche mit den im Harze von Calamus Draco von mir hin und wieder beobachteten [1]) übereinzustimmen scheinen. Hierauf gründe ich die Annahme, daß das Drachenblut von Socotora von der zuletzt genannten Pflanze herrührt.

---

[1]) Vergl. die Gummiarten ꝛc. p. 188.

Auch diese Drachenblutsorte erscheint im Polarisationsmikroskop, wie alle Sorten dieses Harzes, bis auf die besser erhaltenen Zellgewebsreste und die Spuren eingesprengter Krystalle (Benzoësäure und Krystallnadeln von oxalsaurem Kalk) isotrop.

Von dieser Drachenblutsorte lösen sich 90·5 Proc. in absolutem Alkohol auf. Die Aschenmenge beträgt 3·45 Proc. Die Asche erscheint im Mikroskope krystallfrei, erst nach langem Suchen findet man einzelne Krystallnadeln (Kalk, durch Verbrennung von oxalsaurem Kalk in Krystallform des letztern zurückbleibend); ein Zeichen, daß nur Spuren von Kalkoxalat in der Drogue vorkommen. An Kalk ist indeß die Asche sehr reich, wie die Unmassen von Gypsnadeln zeigen, welche im Mikroskope sofort erscheinen, wenn man zur Asche Schwefelsäure zufügt. Der rückständige Kalk ist in dieser Sorte fast gänzlich an Phosphorsäure gebunden.

Untersuchungen über die Structur der Quillajarinde, nebst Beobachtungen über den Sitz des Saponins in der Pflanzenzelle.

Von **Robert Schlesinger.**

Die Quillaja-Rinde (cortex Quillajae, Panamarinde, Seifenrinde), welche wegen ihres großen Saponingehaltes technisch verwendet wird, stammt ausschließlich von der Quillaja saponaria Mol. (Smegmadermus saponarius R. et P.) einem über Chili, Peru und Bolivia verbreiteten Baume aus der Familie der Rosaceen.

Diese Rinde ist schon lange bekannt [1]), wurde jedoch bei uns erst in neuerer Zeit in ausgedehntem Maße in Verwendung gebracht. Die Kennzeichen dieser Rinde sind noch nicht genau ermittelt worden [2]) und dennoch dürfte deren Feststellung um so wichtiger werden, als die Quillajarinde im Handel in stark zerkleinertem bis gepulvertem Zustande vorkömmt, eine Form in welcher sie vielfachen Verfälschungen ausgesetzt ist.

Die im Handel vorkommende Waare bildet entweder ganze Rindenstücke oder dünne, durch Zerreißen entstandene Spähne, oder endlich eine gröblich pulverige Masse.

Die Rindenstücke, meist flach, haben eine Länge bis zu 1 Meter und eine Dicke von 2—7 Millim. Außen sind sie oft mit einer braunen Borkenschichte überdeckt.

Die Hauptmasse der Rinde, wie sie im Handel erscheint, bildet eine lichtgelbliche, schichtenweise reinweiße Masse von dichtem Gefüge. Die Rinde ist ziemlich schwer. An dem Querschnitte erkennt man schon mit freiem Auge zahlreiche helle und dunkle Schichten, von weniger deutlichen, darauf senkrecht stehenden Linien (Bastmarkstrahlen) durchsetzt. Auf dem Längsschnitte erkennt schon das freie Auge zahlreiche Krystalle. Auch die Spähne, deren Gewebe ziemlich gelockert erscheint, und die stets frei von Borke sind, lassen deutlich die Krystalle erkennen; minder deutlich erscheinen dieselben an der gepulverten Rinde.

Der Wassergehalt der lufttrockenen Rinde beträgt 7·5 Proc. In mit Wasserdampf gesättigtem Raume steigert sich der Wassergehalt bis auf 20·5 Proc. Die wasserfreie Rinde giebt 4·3 Proc. Asche, welche fast gänzlich aus krystallähnlichen Bildungen besteht, nämlich aus Pseudomorphosen von Kalk entstanden aus dem in der Rinde vorhandenen oxalsaurem Kalke. Dieses Verhalten der Asche kann benützt werden um grobe Verfälschungen der Rinde nachzuweisen. Mit Salzsäure behandelt, wird die Rinde (oder das Pulver) zuerst

---

1) Vergl. Böhmer: Techn. Geschichte der Pflanzen. Leipzig 1794.

2) Einzelne sehr werthvolle Beobachtungen über die morphologischen Verhältnisse der Quillajarinde wurden von A. Vogl (Commentar der österr. Pharmacopoe Wien 1869. Bd. I. p. 238) mitgetheilt.

gelb, dann grün, endlich rothbraun. Schwefelsäure ruft eine rosenrothe, später stark rothe Färbung hervor.

Die Rinde schmeckt schwach süßlich, später brennend, sie ist allerdings geruchlos, reizt aber namentlich beim Zerkleinern, des Saponingehaltes wegen, zum Niesen.

Die mikroskopische Untersuchung hat gelehrt, daß die Quillajarinde frei von Außen- und Mittelrinde ist, und blos aus Innenrinde besteht; auch der borkenartige Ueberzug an einigen Strecken wurde nur durch einen Verkorkungsprozeß, welcher die äußeren Partieen der Innenrinde ergriffen hat hervorgerufen.

Die Innenrinde besteht aus einem parenchymatischen Grundgewebe, in welchem sich in tangentialen Reihen angeordnete Bastbündel befinden. Zwischen den Bastbündeln zieht das Parenchymgewebe in Form von Bastmarkstrahlen durch. Der zwischen den Markstrahlen und den Bastbündeln liegende Theil des Grundgewebes setzt sich theils aus dünnwandigen, theils dickwandigen parenchymatischen Zellen, welche hin und wieder mit Siebröhren abwechseln, zusammen. Sowohl die dünnwandigen als auch die dickwandigen zuletzt genannten Zellen sind parallel der Richtung der Bastzellen gestreckt.

Man hat mithin an der Quillajarinde zu unterscheiden:

1. Bastzellen.
2. a) dünnwandige Bastparenchymzellen; b) dickwandige Bastparenchymzellen.
3. Siebröhren.
4. Markstrahlen.

Die Isolirung sämmtlicher Elementarbestandtheile der Quillajarinde gelingt auf keinerlei Weise, weder durch Wasser noch durch Säuren, alkalischen Flüssigkeiten, nicht einmal durch Chromsäure. Vollkommen lassen sich blos die Bastzellen aus dem Verbande bringen, unter Anwendung von starken Säuren oder alkalischen Flüssigkeiten.

1. Die Bastzellen. Sie bilden einzelne, höchst unregelmäßig gestaltete, überaus stark verdickte Zellen, deren Länge zwischen 0·32—1·7 Millim. schwankt. Die Querdurchmesser lassen sich wegen der außerordentlichen Unregelmäßigkeit schwer angeben. Poren von runder oder spaltenförmiger Gestalt sind an den Bastzellen oft in ganzen Reihen zu sehen. Durch Jod und Schwefelsäure werden die Bastzellen intensiv gelb gefärbt; sie sind, wie Wiesner an zahlreichen anderen Bastzellen nachgewiesen hat, verholzt, indem sie durch schwefelsaures Anilin eine goldgelbe Farbe annehmen. Durch Salzsäure oder Schwefelsäure werden die Bastzellen intensiv rosa-roth bis dunkelroth gefärbt; sie sind mithin die Träger des in der Rinde vorkommenden Chromogens. Das Lumen der Bastzellen erscheint gewöhnlich auf eine dunkle Linie reduzirt. An einzelnen Bastzellen habe ich beobachtet, daß es stellenweise vollständig verschwunden ist, eine an den Bastzellen mehrerer Pflanzen schon früher von Wiesner[1]) beobachtete Eigenthümlichkeit.

2. a) Die dünnwandigen Bastparenchymzellen. Sie messen in tangentialer und radialer Richtung 0·013—0·029 Millim., ihre Höhe (Länge) beträgt 0·05—0·16 Millim. Durch Jod und Schwefelsäure werden sie fast gar nicht gefärbt, ebensowenig durch schwefelsaures Anilin oder durch Säuren.

---

[1]) Beiträge zur Kenntniß der indischen Faserpflanzen, nebst Beobachtungen über den feineren Bau der Bastzellen. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften. Band LII. Abschnitt: Verdickung der Zellwände.

Diese Zellen lassen sich durch Wasser oder verdünnten Alkohol zum großen Theile isoliren, wobei eine beträchtliche Aufquellung der Zellwände stattfindet. Im Inhalte dieser Zellen treten oft große prismatische Krystalle von oxalsaurem Kalke auf, welche den Innenraum derselben erfüllen, oft wieder kleine Stärkekörnchen von 0.0021—0·0063 Millim. im Durchmesser. In manchen Zellen erscheint eine feinkörnige, jedoch nicht die Reaction der Eiweißkörper gebende Substanz.

2. b) Die dickwandigen Bastparenchymzellen. Sie unterscheiden sich von den dünnwandigen, blos durch ihre außerordentlich starke Verdickung, durch ihre große Menge von groben Poren und dadurch, daß sie durch Jod und Schwefelsäure, ferner durch schwefelsaures Anilin, wie die Bastzellen goldgelb gefärbt werden, mithin wie diese verholzt sind. Auch läßt sich in diesen Zellen durch Säuren das Vorhandensein des Chromogens nachweisen; als Inhalt habe ich nur Luft beobachtet.

3. Die Siebröhren sind in dieser Rinde schon von Aug. Vogl aufgefunden worden. Man findet dieselben am leichtesten nach Behandlung der Rinde mit Kalilauge und Ausfärbung mit Cochenillelösung. Die Siebplatten zeigen eine netzförmige Structur.

4. Die Markstrahlen bestehen aus Zellen, welche in radialer Richtung 0·07—0·12 Millim. und in tangentialer Richtung 0·014—0·027 Millim. messen. Man muß bei den Markstrahlen zweierlei Zellen unterscheiden: dünnwandige und dickwandige, welche sowohl in Bezug auf den Bau der Wand, wie auf den Inhalt und die chem. Constitution dieselben Merkmale darbieten, wie die dünn- und dickwandigen Bastparenchymzellen.

Ich habe die Quillajarinde auch benützt, um den Sitz des Saponins ausfindig zu machen. Es sind darüber, meines Wissens, bis jetzt blos Beobachtungen von Vogl, bekannt geworden. [1])

Nach Vogl ist in allen Parenchymzellen der Seifenwurzel, radix saponariæ (gemeine und egyptische), ferner in allen Zellen der Quillajarinde Saponin enthalten, welche sich, unter Oel betrachtet, im Inneren der Zellen als form- und farblose Klumpen dem Auge darbieten soll. Bei Zusatz von Wasser oder verdünntem Alcohol sollen sich die genannten Klumpen lösen. Vogl meint, daß diese Klumpen noch andere Substanzen in geringerer Menge, z. B. Pflanzenschleim enthalten.

Es ist mir bei sorgfältiger Untersuchung der gemeinen Seifenwurzel (Wurzel von Saponaria officinalis L.), welche ich in frischen Exemplaren zur Untersuchung benützte, nicht gelungen, diese farb- und formlosen Klumpen aufzufinden, ebensowenig wollte mir dies gelingen bei der Untersuchung der egyptischen Seifenwurzel (von Gypsophila Struthium L.) und bei der Quillajarinde, welche mir blos im trockenen Zustande vorlagen. Hingegen habe ich in den Parenchymzellen der drei genannten Saponin führenden Pflanzenstoffe eine feinkörnige Substanz gefunden, welche die Eiweißreaction nicht zeigt und die man möglicher Weise für Saponin hätte halten können. Diese körnige Substanz ändert sich aber nicht, selbst nach lange andauernder Einwirkung der Lösungsmittel des Saponins, des kalten und heißen Wassers, wie des verdünnten Alkohols. Da überhaupt der Zellinhalt aller Saponin führenden Gewebe nach Einwirkung der Lösungsmittel des Saponins keinerlei Veränderung erkennen

[1]) Zeitschrift des österr. Apothekervereins Jahrgang 1865, p. 460 u. s. w. und die schon oben genannte Arbeit über die Quillajarinde.

läßt, so kann nicht behauptet werden, daß das Saponin im Zellinhalte auftritt, wohl aber habe ich durch Einwirkung aller das Saponin lösenden Substanzen auf die Saponin führenden Gewebe gefunden, daß die Parenchymzellen derselben aufquellen, und zum größten Theile durch Auflösung der Intercellularsubstanz außer Zusammenhang treten. Da ferner Säuren, welche das Saponin in Zucker und eine in Säuren und Wasser unlösliche Substanz (Sapogenin) zerlegen, eine höchst unvollkommene Isolirung der Parenchymzellen hervorrufen, so scheint mir die Annahme, daß das Saponin in der Zellwand und namentlich in den älteren Zellwandschichten liegt, ebensoviel Berechtigung zu haben, als die Annahme, daß es im Zellinhalte vorhanden ist.

Die Beobachtungen, welche ich an der frischen Seifenwurzel gemacht habe, machen mir es sogar viel wahrscheinlicher, daß die Membranen der Sitz des Saponins sei und nicht der Zellinhalt. An diesem Körper kann man nämlich mikroskopisch nachweisen, daß die Mittelrinde der Hauptsitz des Saponins ist. Durch sorgfältige Trennung des Bastkörpers und der Außenrinde von der Mittelrinde findet man nämlich, daß in den beiden erstgenannten Geweben höchstens Spuren von Saponin vorkommen, während die isolirte Mittelrinde überaus reich daran ist. Durch lange andauerndes Kochen des die Mittelrinde zusammensetzenden Parenchyms in Wasser, zeigt der Zellinhalt gar keine Veränderung, wohl aber tritt eine partielle Auflösung der Zellmembranen ein, und dieser Umstand war es, welcher mich bei der oben ausgesprochenen Ansicht leitete.

Vierter Abschnitt. Fermentorganismen.

Untersuchungen über den Einfluß, welchen Zufuhr und Entziehung von Wasser auf die Lebensthätigkeit der Hefenzellen äußern.

Von J. Wiesner.

Die vorliegende Arbeit wurde in der Absicht unternommen, den Einfluß kennen zu lernen, welchen die Zufuhr und Entziehung von Wasser auf die Lebensthätigkeit der Hefezellen äußern. Bei den zahlreichen Untersuchungen, welche in neuerer Zeit angestellt wurden, um den physikalisch-chemischen Prozeß der Alkoholgährung aufzuklären und die morphologischen Veränderungen, welchen die Hefezellen hiebei unterworfen sind, festzustellen, hat man diesem, auf den ersten Blick allerdings untergeordnet erscheinenden Gegenstande, seine Aufmerksamkeit nicht zugewendet. Dennoch dürften die nachfolgenden Zeilen lehren, daß einige Erscheinungen im Leben der Hefezelle und im Gange der Gährung erst durch das genaue Studium dieser Frage ihre Erklärung finden. Zur Untersuchung diente frische Preßhefe aus der St. Marxer Preßhefefabrik nächst Wien, welches Erzeugniß beinahe nur aus Hefezellen besteht und nur Spuren von Getreidestärkekörnern [1]) und Gewebsfragmenten der Getreidekörner (Oberhaut, abgetrennte Haare und Gruppen von Kleberzellen) führt. Für einzelne Versuche erzeugte ich mir Hefe nach Pasteur's Methode im Kleinen, indem ich 100 Grm. Kandiszucker und 1 Grm. recht weinsaures Ammoniak in 1000 Grm. Wasser löste, die Asche von 10 Grm. Hefe zusetzte und in dieser Flüssigkeit durch 0.1 Grm. frischer Preßhefe die Gährung einleitete.

In der so erhaltenen Hefe ließ sich keine Spur von fremden Bestandtheilen nachweisen. Die so zusammengesetzte Flüssigkeit (aber ohne Hefe) habe ich in den unten aufgeführten Versuchen oftmals verwendet und ich bezeichne selbe in den nachfolgenden Zeilen kurz als Pasteur'sche Flüssigkeit. Als Zucker wurde in allen nachfolgenden Untersuchungen reiner Kandiszucker verwendet.

I. Veränderungen in den morphologischen Verhältnissen der Hefezellen, hervorgerufen durch langsame Zufuhr und Entziehung von Wasser.

Frische, nach Pasteurs Angabe gewonnene Hefe zeigt in einem Tropfen der noch gährenden — etwa 10 Proc. Zucker führenden — Flüssigkeit folgendes Aussehen: Die Zellen sind kugelig bis schwach elliptisch oder (selten)

[1]) Die Stärkekörner, welche der Hefe beigemengt sind, sind ausgezeichnet geschichtet, was sie bekanntlich ursprünglich nicht zeigen. Die Schichtung wird hier, wie ich gefunden durch theilweise Entziehung von Granulose hervorgerufen.

oval; ihr Durchmesser (bei elliptischen oder ovalen der längste Durchmesser) beträgt zumeist 0·0087, im Max. 0·0105 Millim. Die noch unerwachsenen, noch nicht abgeschnürten Zellen erscheinen hyalin oder überaus feinkörnig. An völlig herangewachsenen Zellen unterscheidet man deutlich das hyaline oder feinkörnige bläulich erscheinende Plasma und darin 1—2, selten drei, röthlich erscheinende Vacuolen, deren Durchmesser im Mittel dem halben Durchmesser der Zelle gleichkömmt.

Bringt man die Hefezellen aus der noch gährenden Flüssigkeit in destillirtes Wasser, so erkennt man alsbald eine Aufquellung der Zellen und eine Vergrößerung der Vacuolen. Nach einigen Tagen vergrößern sich die meisten Zellen bis auf einen Durchmesser von 0·0105, einzelne bis auf 0·0138 Millim.; die Vacuolen sind enorm groß geworden, sie reichen in elliptischen Zellen in der Richtung des kleinsten verticalen Durchschnitts bis an die Zellmembran.

Legt man die Hefezellen hingegen in eine Zuckerlösung, die 20 Proc. und mehr Zucker gelöst enthält, so zeigt sich alsbald eine Verkleinerung, ja bei langsamer Koncentration bis zu 50 Proc. ein völliges Verschwinden der Vacuolen.

Schon diese wenigen Beobachtungen deuten darauf hin, daß durch Wasserzufuhr die Vacuolen vergrößert, durch Wasserentziehung verkleinert werden oder aber ganz verschwinden. Noch deutlicher treten diese Verhältnisse hervor, wenn man die Hefe langsam eintrocknen läßt, und dann in geeigneten Flüssigkeiten unter dem Mikroskope betrachtet.

Läßt man Preßhefe, welche im frischen Zustande 70—80 Proc. Wasser enthält, bei einer Temperatur von 15—20° Celsius in einem trockenen Raume liegen, und betrachtet man die Zellen von Zeit zu Zeit, indem man sie in eine 10—15proc. Zuckerlösung einträgt, unterm Mikroskop, so erkennt man ganz deutlich, daß mit der Abnahme des Wassergehaltes die Zellen kleiner geworden sind. Hand in Hand mit der Verkleinerung der Zellen geht die Verkleinerung ihrer Vacuolen. Minder deutlich ist die Verkleinerung der Zellen und der eingeschlossenen Vacuolen zu erkennen, bei Betrachtung der Zellen in destillirtem Wasser, indem letztere in diesem Falle sehr begierig Wasser aufnehmen und hiebei oft Veränderungen erfahren, über die ich erst weiter unten berichten werde. Nach beiläufig achttägiger Trocknung der Hefe an der Luft verliert die Hefe so gut wie kein Wasser mehr. Ihr Wassergehalt ist dann nur mehr von der Luftfeuchtigkeit abhängig und beträgt beiläufig 13 Proc. Die Hefe ist dabei hart und spröde geworden, und nahm eine schmutzigbraune Farbe an. Sie läßt sich dann am besten mit trockener Brodkrumme vergleichen. Die Zellen dieser Hefe haben ein so energisches Bestreben, Wasser aufzunehmen, daß man sie in eine 30—40procentige Zuckerlösung oder in Oel einlegen muß, um ein richtiges Bild von ihrem Aussehen im getrockneten Zustande zu erhalten. Die Zellen sind stark elliptisch geworden, indem sie sich in der Richtung des kleinsten Durchmessers stärker, als in der Richtung des Längendurchmessers kontrahirten. Der größte Durchmesser der Zelle beträgt jetzt nur mehr 0·0045 bis 0·0068 Millim. Die Vacuolen sind aus den Zellen gänzlich verschwunden. — Die Hefezellen backen zu dichten Klumpen zusammen, in welchen sie, wie dies schon oft beobachtet wurde, polyedrische Gestalten annehmen. Ein derartiges Klümpchen läßt, unter Oel (Olivenöl) gesehen, die Zellen nicht erkennen, selbst wenn es sehr abgeplattet ist, und genügende Durchleuchtung zuläßt. Will man das Aussehen einer eingetrockneten Hefezelle kennen lernen, so ist es nöthig,

die Hefe in sehr fein vertheilter Form auf dem Objektträger eintrocknen zu lassen und dann erst mit Oel zu versehen.

Aus den hier aufgeführten Beobachtungen geht hervor, daß man durch allmälige Wasserzufuhr die der Hauptmasse nach aus Wasser bestehenden Vacuolen der Hefezellen vergrößern, durch langsame Wasserentziehung hingegen verkleinern, ja zum gänzlichen Verschwinden bringen kann.

II. Veränderungen in den morphologischen Verhältnissen der Hefezellen, hervorgerufen durch rasche Wasserentziehung.

Die rasche Wasserentziehung nahm ich vor:

1. durch Eintrocknung der Hefe im Exsiccator,
2. durch Evacuiren,
3. durch Eintrocknung der Hefe bei erhöhter Temparatur,
4. durch Einwirkung von wasserentziehenden Flüssigkeiten.

1. Läßt man frische Hefe so lange im Schrötter'schen Exsiccator trocknen, bis sie nur mehr 13 Proc. Wasser führt, also ihr Wassergehalt der lufttrockenen Hefe gleichkömmt, so nimmt sie eine blaß-isabellgelbe Farbe an. Unter Oel oder in concentrirter Zuckerlösung gesehen, unterscheiden sich die Zellen dieser Hefen gar nicht von den an der Luft ausgetrockneten. Bringt man diese Zellen hingegen in eine 10—15proc. Zuckerlösung, so bemerkt man nach ganz kurzer Zeit, daß nur ein Theil der Zellen regelmäßige, d. h. vereinzelte große runde Vacuolen führt; ein anderer Theil der Zellen zeigt ein eingerissenes Plasma, in welches sich die Vacuolenflüssigkeit ergoß. Im Plasma liegen dann entweder eine bis drei Vacuolen mit unregelmäßigem Contour, oder aber zahlreiche runde röthlich erscheinende Tröpfchen. Einige Zellen dieser Hefe sind an den schmalen Enden geöffnet.

Läßt man die Hefe so lange im Exsiccator, bis sie keine Gewichtsabnahme zeigt, so verliert sie hiebei beinahe das gesammte mechanisch absorbirte Wasser. Wenigstens fand ich, daß eine derartige Hefe in einem bis auf 2 Millim. ausgepumpten Vacuum nur 0·5, ferner nach 3stündiger Trocknung im Luftbade bei 110—120° C. blos 1·6 Proc. Wasser verliert. Die im Exsiccator nahebei wasserfrei gemachte Hefe zeigt eine isabellgelbe Farbe. In 10—15proc. Zuckerlösung quellen die bei der Eintrocknung stark geschrumpften Zellen etwas an, behalten aber hierbei noch ihren stark elliptischen Contour. Der Inhalt der Zelle besteht aus ziemlich vielen großen Körnchen oder Tröpfchen.

Von der röthlichen Vacuolenflüssigkeit ist anfänglich nichts zu sehen. Erst nach einer halben Stunde haben die Zellen so viel Wasser aufgenommen, daß die Vacuolenflüssigkeit erscheint, und zwar in Form von zahlreichen röthlichen Tröpfchen, die sich in's Plasma ergossen haben. Nur wenige kleine, kugelige Hefezellen machen hiervon eine Ausnahme. Diese Zellen zeigen nach einigen Stunden normale Vacuolen.

Ich werde in der Folge von normal vacuolisirten und von abnorm vacuolisirten Hefezellen sprechen. Unter ersteren verstehe ich solche Hefezellen, welche 1, 2, 3, selten mehr, scharf und continuirlich umschriebene Vacuolen besitzen; unter abnorm vacuolisirten hingegen diejenigen, bei welchen zahlreiche kleine röthliche Tröpfchen im ganzen Plasma zerstreut liegen. Die abnorme Vacuolisirung ist kein der Hefezelle ursprünglich eigenthümlicher Zustand, sondern geht stets aus normaler Vacuolisirung hervor. Bevor die Vacuolen

in Tröpfchen zerfallen, die sich im Plasma vertheilen, werden ihre Contouren unregelmäßig.

2. Entfernt man das Wasser der Hefe bis auf 13 Proc. durch Anwendung der Luftpumpe, so erhält man eine schwach gelbliche, manchmal beinahe rein weiße Substanz, deren Zellen stark kontrahirt sind, und fast durchgängig einen stark elliptischen Contour aufweisen. In 10—15proc. Zuckerlösung wird nur ein kleiner Theil der Hefezellen normal, die meisten werden abnorm vacuolisirt, viele sind an den schmalen Enden aufgerissen.

Völlig evacuirte Hefe unterscheidet sich im äußeren Aussehen von im Exsiccator getrockneter Hefe nur durch die schwach gelbliche, manchmal weiße Farbe und die zahlreicheren aufgerissenen Zellen. Auch scheinen die Tröpfchen oder Körnchen, die in den rasch getrockneten Zellen in der Zuckerlösung sichtbar werden, in der im Exsiccator eingetrockneten Hefe in größerer Menge aufzutreten als in der mit der Luftpumpe entwässerten.

3. Ich habe frische Hefe, in Pasteur'sche Flüssigkeit eingelegt, auf dem heizbaren Objekttisch langsam erwärmt, und fand, daß bei einer Temperatur von 66·5° C. die Vacuolen sich in's Plasma hineindrängten, oder aber, daß das Plasma in Folge seiner Contraction die Vacuolen einriß. Thatsächlich findet man, daß der scharfe Contour der Vacuole sich verliert, und sich die letztere nach und nach in kleine Tröpfchen auflöst, welche sich im Plasma vertheilen. Die Zellen boten deßhalb bei dieser Temperatur jenen Zustand dar, den ich als den abnorm vacuolisirten bezeichnete. Hefezellen, welche einige Tage im Wasser gelegen haben, und deßhalb sehr große Vacuolen besitzen, zeigen erst 2—3° C. höher das Einreißen des Protoplasmas.

Zahlreiche Wiederholung der Versuche am heizbaren Objekttisch haben stets zu dem gleichen Resultat geführt.[1])

Anders verhält sich jedoch frische Hefe, wenn sie als solche, nicht in einer Flüssigkeit suspendirt, der Einwirkung erhöhter Temperatur ausgesetzt wird. Ich habe Hefe in fein vertheilter Form auf dem heizbaren Tisch erwärmt und nach eingetretener Abkühlung in verdünnten Zuckerlösungen unterm Mikroskop betrachtet. Ich fand, daß bis zu einer Temperatur von 28 oder 29° C. die Zellen der Hefe normal vacuolisirt bleiben und successive ihrer Vacuolenflüssigkeit beraubt werden, daß hingegen bei einer darüberliegenden Temperatur sich abnorme Vacuolisirung einstellt. Bei länger andauernder Erwärmung, bei 35° C., erscheinen bereits zahlreiche abnorm vacuolisirte Zellen. Bei 45° C. scheinen bereits sämmtliche Zellen diesen Zustand zu zeigen. Wenigstens habe ich bei genauer Durchsicht zahlreicher Objekte, keine einzige normal vacuolisirte Zelle gefunden. Selbst bei sehr langsamer Erwärmung bis auf 45° C. kam ich zu demselben Resultate. Doch wird bei 45° C. die Hefe keineswegs völlig getödtet. Trockene Hefe kann man auf 100° C. erwärmen und durch Stunden hindurch bei dieser Temparatur belassen, ohne daß eine völlige Tödtung der Hefe eintritt. Es tritt, wie ich gefunden habe, hierbei ganz derselbe Fall ein, der bei Behandlung der Hefe im Exsiccator oder unter der Luftpumpe statt-

---

[1]) Die Versuche wurden an einem nach Stricker's Angabe gefertigten heizbaren Tisch (Handbuch der Lehre von den Geweben. Leipzig 1868. p. XIV.) ausgeführt. Auf die Abweichung der Temperaturangaben bei Anwendung verschiedener Objektive, auf welche kürzlich Engelmann (Max Schulze's Archiv für mikroskopische Anatomie IV. 1868.) hinwies, habe ich Bedacht genommen, und habe das Thermometer des Heiztisches für das angewendete Objektivsystem korrigirt, so daß die Angabe — soweit dies die Ablesung gestattete, nämlich auf 0·25° C. — genau ist.

findet. Es gehen alle Zellen bis auf die ganz jungen, noch nicht vacuolisirt gewesenen, an abnormer Vacuolisirung zu Grunde; die ganz jugendlichen, noch nicht herangewachsenen bilden den Ausgangspunkt für die Zellenvermehrung, wenn eine bei 100° C. getrocknete Hefe zur Vergährung einer Zuckerlösung angewendet wurde. [1])

4. Sämmtliche wasserentziehende Flüssigkeiten, welche ich auf frische, in Wasser suspendirte Hefe einwirken ließ, nämlich verdünnte Schwefelsäure, verdünnte Chromsäure, Alkohol, konzentrirte Zuckerlösung und Chlorkalziumlösung brachten anfänglich dieselbe Veränderung in den Zellen hervor, welche durch rasche Eintrocknung erzielt wurde und die wir oben bereits kennen lernten. Die völlig herangewachsenen Zellen werden nämlich abnorm vacuolisirt; nach länger andauernder Einwirkung des wasserentziehenden Mittels verschwindet die feinvertheilte Vacuolenflüssigkeit völlig aus der Zelle. Gleichzeitig tritt eine Contraction der ganzen Zelle ein. Von hier ab treten jedoch noch andere Aenderungen im morphologischen Charakter der Hefezellen hervor. An zahlreichen Zellen stellt sich nunmehr eine Kontraktion der Protoplasma's ein. Ich habe mich überzeugt, daß es die älteren, mit relativ dicken Wänden versehenen Zellen sind, welche diese Contraction des körnig-schleimigen Inhaltes erleiden.

Die Wände dieser Zellen zeigen eine gewiße Trägheit in der Zusammenziehungsfähigkeit. Anfänglich zieht sich die Wand gleichmäßig mit dem Plasma zusammen. Alsbald tritt aber ein Moment ein, in welchem sich das Plasma rascher zusammenzieht als die Wand. Es zieht sich dann in Form eines runden, häufiger jedoch ziemlich unförmigen Klumpens im Innern der Zelle zusammen. Derartige Zellen mit contrahirtem Plasma bieten völlig das gleiche Bild dar, wie jugendliche Zellen des Parenchyms, Cambiums ꝛc., deren Hautschichten durch wasserentziehende Mittel kontrahirt wurden. Jüngere, wenn auch völlig herangewachsene Hefezellen zeigen diese Erscheinung nicht. Ihre Zellwände zeigen noch den plasmatischen Charakter, sie stehen auf jener Entwicklungsstufe, die man an den Zellen der Gewebe mit dem Namen Hautschichte (Primordialschlauch) belegt, indem sie sich gleichmäßig mit dem ungeformten Theile des Plasma's zusammenziehen. Durch sorgfältiges Studium der Zellen mit contrahirtem Inhalte gelangt man zu dem Schlusse, daß dieselben sich durchaus nicht gleich verhalten, selbst wenn unter völlig gleichen Verhältnissen die wasserentziehende Flüssigkeit auf sie durch längere Zeit einwirkt. Einige Zellen — ich habe mich überzeugt, daß es die ältesten sind — bleiben in diesem Stadium. Ihre äußern Membranen behalten ihre Dimensionen, sie sind keiner weitern Contraction mehr fähig; andere, relativ jüngere Zellen treten aus diesem Stadium bald heraus. Ihr Plasma hat das Maxima der Contraction erreicht und liegt als scharf umschriebener Klumpen im Innern der Zelle. Nunmehr

---

[1]) Hoffmann (zur Naturgeschichte der Hefe in Karsten's botan. Untersuchung I. p. 341 ffd.) hat mitgetheilt, daß trockene Hefe bis auf 215° C. erhitzt, nicht völlig getödtet wird, sondern unter Watteverschluß in gekochtem Honigwasser noch Gährung einleitet oder doch wenigstens eine aus Zellen (Stabhefe u. dgl.) bestehende Pellicula liefert. Ich habe zahlreiche Wiederholungen dieser Versuche angestellt (statt Honigwasser wendete ich die oben genannte Pasteur'sche Flüssigkeit, selbstverständlich nach vorgenommener Auskochung an, welche für die Entwicklung von Hefe und die Keimung von Pilzsporen ausgezeichnete Dienste leistet) und bin bei Anwendung aller Vorsichten zu ähnlichen Resultaten wie Hoffmann gekommen. Hier sei nur erwähnt, daß es nach meinen Beobachtungen sehr zweifelhaft ist, ob die über 100° C. getrocknete Hefe noch alkoholische Gährung einleiten könne.

zieht sich aber auch die Wand zusammen und schließt sich endlich wieder enge an das contrahirte Plasma an.

Läßt man auf derartige in wasserentziehenden Flüssigkeiten gelegene Zellen Wasser wirken, so tritt abnorme Vacuolisirung ein. Auch habe ich stets bemerkt, daß viele Zellen jenes Aussehen annehmen, welches die Zellen mit contrahirtem Plasma darbieten, was wohl nur dadurch zu Stande kommen kann, daß die Wand dieser Zellen quellungsfähiger ist als das Plasma. Derartige Zellen werden gar nicht, oder erst sehr spät durch Wasseraufnahme abnorm vacuolisirt. Sämmtliche Veränderungen im morphologischen Charakter der Hefe vollziehen sich bei Anwendung der genannten Reagentien in der gleichen Weise, doch ist der Vorgang nicht in allen Fällen gleich leicht zu beobachten. Bei Anwendung verdünnter Chrom- oder Schwefelsäure gestalten sich die Brechungsunterschiede der einzelnen Medien untereinander und gegen die Flüssigkeit weit günstiger, als bei Verwendung von concentrirter Zuckerlösung, in welchem Falle die Lichtbrechungsdifferenz zwischen der Hefezelle und der Zuckerlösung so gering wird, daß selbst bei Beobachtung aller Vorsichten, welche die Beleuchtung erheischt, die Erscheinungen der abnormen Vacuolisirung und der Wand und Plasmakontraktion nur schwer zu erkennen sind.

III. Morphologische Unterschiede der Hefezellen nach dem Alter, der Art der Aufnahme und der Menge des aufgenommenen Wassers.

Die Hefezellen bieten, wie aus den vorstehenden Mittheilungen erhellt, eine Reihe von Verschiedenheiten im Aussehen dar, welche einerseits von dem Alter der Zellen, andererseits von der Menge des aufgenommenen Wassers und endlich von dem Umstande abhängen, ob die Aufnahme des Wassers rasch oder langsam erfolgte.

Nach dem Alter der Zellen kann man leicht dreierlei Arten von Hefezellen unterscheiden; nämlich:

a) junge, unerwachsene,
b) junge, völlig erwachsene und
c) alte, nicht mehr fortpflanzungsfähige Zellen.

Die jungen unerwachsenen Zellen sind kleiner, und führen ein hyalines oder überaus feinkörniges Plasma. Vacuolen zeigen sie in der Regel nicht. Nur die in sehr verdünnten (nach meinen Beobachtungen in ½—8proc.) Zuckerlösungen gebildeten Zellen führen kleine Vacuolen. Der Körper dieser Zelle ist entweder nackt oder von einer überaus feinen Membran umkleidet und leicht kontrahirbar. Diese Zellen kommen, wie ich mich oftmals überzeugte, sowohl frei, als mit herangewachsenen Zellen verbunden vor, sind aber stets durch Knospung entstanden. [1])

Die jungen, erwachsenen Zellen unterscheiden sich von den ersteren blos durch die schon in der Einleitung angegebene Größe und dadurch, daß sie beinahe stets Vacuolen führen. Nur die in hochprocentigen (40—75 proc.) Zuckerlösungen entstandenen Zellen zeigen keine Vacuolen. Die Zellwände sind zart und leicht kontrahirbar.

Die alten Zellen der Hefe führen entweder ein grobkörnig erscheinendes Plasma, oder sie sind mit Vacuolenflüssigkeit völlig erfüllt und in dieser sind gröbere Körnchen (oder Tröpfchen?), hin und wieder auch stabförmige

---

[1]) Was ich jedoch nur um des Micrococcus willen bemerke.

Körperchen suspendirt. Die Wände dieser Zellen sind merklich dicker, als die der vorhergehenden, doch noch immerhin so dünn, daß die Messung ihrer Dicke nicht sicher durchführbar ist; sie ziehen sich meist nur wenig, in einzelnen Fällen fast gar nicht zusammen.

Die jugendlichen, unerwachsen Zellen zeigen die größte Resistenz gegen wasserentziehende Mittel. Wenn sie völlig frei von Vacuolen sind, wenn sie also in einer 8- oder mehr procentigen Zuckerlösung sich bildeten, dann sind sie auch durch noch so energische Wasserentziehung nicht zerstörbar. Sie lassen allerdings eine Contraction des ganzen Zellenkörpers erkennen; im Uebrigen zeigen sie gar keine morphologische Veränderung. Blos diese, gar nicht vacuolisirt gewesenen Zellen sind es, welche bei rascher Wasserentziehung (durch den Exsiccator, durch Evacuiren, Erwärmung und wasserentziehende Flüssigkeiten) am Leben bleiben und Gährung einleiten.

Die zweite Art von Zellen, die jungen herangewachsenen Hefezellen, werden durch Wasserentziehung, wie schon oben dargethan wurde, kontrahirt. Geht die Wasserentziehung langsam vor sich, so verschwinden die Vacuolen allmälig; bei rascher Wasserentziehung tritt abnorme Vacuolisirung ein. Zellen, welche abnorm vacuolisirt sind, oder die das Stadium abnormer Vacuolisirung durchgemacht haben, sind todt oder doch wenigstens fortpflanzungsunfähig. Verbleiben die jugendlichen Zellen durch längere Zeit im contrahirten Zustande, so verlieren sie die Fähigkeit, sich in Wasser oder verdünnter Zuckerlösungen wieder auf die normale Größe auszudehnen. Ihr Plasma nimmt dann wenig oder gar kein Wasser mehr auf, hingegen quillt die Wand und hebt sich vom Plasma ab, welches dann gar nicht oder nur schwach vacuolisirt erscheint. Eine derartige Hefezelle erscheint leblos und ist es auch wahrscheinlich.

Alte Zellen besitzen durchaus erstarrende, oft beinahe völlig erstarrte Zellwände. Im ersten Falle ziehen sie sich, wenn wasserentziehende Mittel auf sie einwirken, wenig, im letzteren Falle beinahe nicht zusammen. Führen sie noch Plasma, so zieht es sich hiebei im Innern der Zelle zusammen. Man kann mithin nach der Wasserentziehung folgende morphologisch und physiologisch verschiedene Hefezellen unterscheiden:

1. Normal vacuolisirte Zellen.
2. Abnorm „ „
3. Vacuolenfreie Zellen.
   a) durch das Stadium der normalen Vacuolisirung durchgegangen,
   b) durch das Stadium der abnormen Vacuolisirung durchgegangen.
4. Zellen mit einem von der Zellwand abgehobenen (contrahirten) Plasma.
   a) aus Plasma führenden Zellen mit erstarrenden Wänden hervorgegangen,
   b) Aus jungen, später contrahirten Zellen durch Wasserzufuhr entstanden.

Die Hefezellen im normal vacuolisirten Zustande sind lange bekannt. Ebenso sind die Zellen mit kontrahirtem Plasma von Hoffmann in der interessanten und wichtigen Arbeit über die Naturgeschichte der Hefe als konglobirte und contrahirte Zellen beschrieben worden, doch ist von Hoffmann auf den Zusammenhang dieses Zustandes mit dem Grade und der Art der Wasserzufuhr und der Wasserentziehung nicht näher aufmerksam gemacht worden. Die Zellen, welche Hoffmann in der genannten Abhandlung als im graulösen Zustande befindlich, abbildet, scheinen zum Theile mit den hier als abnorm vacuolisirt bezeichneten übereinzustimmen.

IV. Einfluß der durch Wasserzufuhr und Wasserentziehung hervorgerufenen Zustände der Hefezellen, auf deren Fähigkeit die Gährung zu bedingen.

Alle im Zustande normaler Vacuolisirung befindlichen Zellen spalten den Zucker in Alkohol und Kohlensäure. Es ist nicht schwer, sich hievon zu überzeugen, namentlich nach den zahlreichen instruktiven Versuchen, welche Hoffmann hierüber anstellte. Im gewöhnlichen Gange der Gährung wird auch die ganze Gährung durch derlei Zellen vollzogen. Doch ist der Fall durchaus nicht, wie Hoffmann anzunehmen scheint, der einzige, welcher existirt, wie die drei nachfolgend mitgetheilten Beobachtungen lehren werden.[1])

1. Bringt man Hefe in eine 25procentige Zuckerlösung und steigert man durch Zufügen von concentrirter (75procentiger) Zuckerlösung die Concentration der Lösung nach und nach bis auf 50 Procent, so verlieren die Zellen nach einigen Stunden völlig ihre Vacuolen. Nichts desto weniger dauert die Gährung fort, und zwar bei mittlerer Temparatur durch 10 Tage, wobei 8·2 Procent Zucker vergähren.

2. Trägt man eine lufttrockene Hefe, welche, wie oben schon mitgetheilt wurde, völlig vacuolenfrei ist, in eine 15—20procentige Zuckerlösung ein, so tritt nach einigen Minuten eine intensive Gasentwicklung ein. In dieser Zeit haben aber die Zellen noch nicht so viel Wasser aufgenommen, um Vacuolen bilden zu können. Nach 6—8 Stunden sind aber bereits zahlreiche Zellen vacuolisirt. Die Gährung schreitet weiter vor und dauert durch mehrere Tage.[2])

3. Völlig evacuirte Hefe besteht der Hauptmasse nach aus Zellen, die im Wasser oder mäßig concentrirte Zuckerlösung eingetragen, abnorm vacuolisirt werden. Verhältnißmäßig wenige Zellen dieser Hefe sind noch jung und unerwachsen. Diese führen noch keine Vacuolen und werden durch die Evacuirung blos kontrahirt. Versetzt man eine 20procentige Zuckerlösung mit dieser Hefe, so tritt nach einigen Stunden Gährung ein, wie man durch den Gewichtsverlust der Flüssigkeit konstatiren kann. Die Gährung wird nur durch die jungen Zellen eingeleitet, und ist schon in einer Zeit nachweisbar, in welcher diese Zellen noch keine Vacuolen führen.[3])

Diese Beobachtungen zeigen deutlich, daß Gährung auch durch vacuolenfreie Zellen bedingt werden könne.

Alle Hefezellen hingegen, welche abnorm vacuolisirt sind, oder die, vacuolenfrei geworden, vorerst das Stadium abnormer Vacuolisirung durchgemacht haben, leiten keine Gährung mehr ein. Sicher ist es, daß sie nicht mehr leben.

Ich habe solche Zellen durch Stunden hindurch unter dem Mikroskope beobachtet, und durch Tage in der feuchten Kammer liegen gehabt und von Zeit zu Zeit untersucht. Sie treten, wie ich hiebei fand, nie in das Stadium normaler Vacuolisirung. Wohl aber wird ihr Plasma mit der Zeit manchmal kontrahirt. Hefe, welche blos aus solchen abnorm vacuolisirten Zellen besteht, kann die Gährung nicht fortführen, wie folgende Beobachtungen lehren.

---

1) Vergl. Hoffmann. l. c. p. 352, 353 und 359.

2) Lufttrockene Hefe behält sehr lange ihr Gährvermögen, wie ich mich durch zahlreiche Versuche überzeugte. Ich habe eine lufttrockne, 8 Monat alte Hefe in 25 Procent Zuckerlösung eingetragen, worin sie nach 20 Minuten eine intensive Gasentwicklung hervorrief.

3) Weit intensivere und raschere Gährung erfolgt, wenn man die evacuirte Hefe in Pasteur'sche Flüssigkeit einträgt.

Hefe, welche durch 1—2 Tage in destillirtem Wasser gelegen, ist sehr reich an Wasser, wie die großen Vacuolen beweisen. Letztere treten besonders deutlich hervor, wenn man die Hefe oftmals im Wasser aufschüttelt. Trocknet man diese Hefe im Exsiccator, und legt man sie hierauf in eine schwache Zuckerlösung ein, so findet man, daß sie beinahe nur aus abnorm vacuolisirten Zellen besteht, der kleine Rest setzt sich aus jungen, unerwachsenen Zellen zusammen. Ihre Menge ist verschwindend klein. Etwas mehr als 5 Grm. einer 10procentigen Zuckerlösung liefern mit 3 Centigrm. dieser Hefe versetzt, nach 48 Stunden blos 3 Milligrm. Kohlensäure. Diese Spuren von Kohlensäure rühren aber wohl nur von den wenigen jungen unerwachsenen Hefezellen her. Dies ist um so gewisser, als von hier ab die Gährung sich steigert, und nach weiteren acht Tagen die größte Menge des Zuckers vergohren ist.

Durch zahlreiche Versuche habe ich mich auch überzeugt, daß Zellen mit von der Zellwand abgehobenem Plasma die Gährung nicht mehr hervorzurufen im Stande sind; möge die Abhebung des Plasma's dadurch entstanden sein, daß sich der Inhalt einer alten Zelle kontrahirte, oder aber dadurch, daß sich die Wand nach erfolgter Kontraktion einer jungen Zelle durch spätere Wasserzufuhr ausdehnt.

V. Gang der Gährung bei Zuckerlösungen verschiedener Concentration.

Bringt man Hefe in Zuckerlösungen verschiedener Concentration, so erkennt man alsbald an dem morphologischen Charakter der Hefezellen, daß deren Wassergehalte von dem Prozentgehalte der Flüssigkeiten an Zucker abhängig sind.

Die Menge von Wasser, welche in einer Hefezelle vorkommt, und zwar theils im Plasma vertheilt, theils in Form von sogenannten Vacuolen, (welche, wie schon oben dargethan, der Hauptmasse nach aus Wasser bestehen), ist desto geringer, je koncentrirter die Zuckerlösung ist und umgekehrt.

Um den Einfluß der Concentration der Zuckerlösung auf den Gang der Gährung genau kontrolliren zu können, brauchte ich folgenden Apparat. Ein etwa 40 Cub.Cent. fassendes Kölbchen wurde durch einen doppelt durchbohrten, sorgfältig eingepaßten Kork verschlossen. Eine Bohrung war für die Aufnahme eines Chlorkalziumrohres bestimmt, die zweite gestattete die Einpassung eines kurzen, knieförmig gebogenen, während des Versuchs geschlossenen Röhrchens, welches nach Beendigung jedes Gährungsversuches zur Herstellung einer Verbindung mit dem Aspirator gebraucht wurde. An das Chlorkalziumrohr wurde ein Kautschukschlauch angebracht, an diesem ein zweites Chlorkalziumrohr befestigt, so war, daß die unmittelbar in das Kölbchen eingepaßte Trocknungsröhre nur trockene Kohlensäure entweichen lassen, aber selbst kein Wasser aus der Luft aufnehmen konnte, da sie hierin durch die zweite Trocknungsröhre gehindert wurde. Die Vorkehrung, welche getroffen wurde, um an den Apparat einen Aspirator anbringen zu können, hat sich, wie die nachfolgend angeführten Beobachtungen lehren werden, geradezu als nothwendig herausgestellt. Mehrere dieser Apparate wurden mit den Versuchsflüssigkeiten und mit frisch bereiteter Hefe beschickt. Des Vergleiches halber wurden je 5 Cub. Cent. der Flüssigkeit, und 3 Centigrammen Hefe in Anwendung gebracht. Das Verhältniß der Oberfläche der Hefezellen zum Flüssigkeitsvolum war deßhalb ein nahezu konstantes. Die zum Versuche verwendete Flüssigkeit wurde gewogen. Die eben

mitgetheilten Vorkehrungen gestatteten einen genauern Vergleich des Ganges der Gährung verschieden concentrirter Zuckerlösungen. Nach Ablauf einer bestimmten Zeit (gewöhnlich nach 24 Stunden) wurde das zweite Chlorkalziumrohr sammt Kautschukschlauch abgenommen, und das Gewicht des Apparates bestimmt. Der Gewichtsverlust wurde als Kohlensäure in Rechnung gebracht, was für den Vergleich auch ohne Weiteres erlaubt ist.

Ehe ich an die Angabe der gefundenen Zahlen gehe, will ich nur einige Beobachtungen anführen, die sich auf die Anwendung koncentrirter Zuckerlösungen in Gährversuchen beziehen.

Frische Hefe wurde in eine völlig konzentrirte Zuckerlösung im Apparate eingetragen. Vorsichts halber wurde der Flüssigkeit noch eine kleine Menge von festem Rohrzucker zugefügt. Ich that dies, um gewiß zu sein, daß während des Versuches die Lösung stets eine concentrirte sei. Vier Tage hintereinander, von 12 zu 12 Stunden wurde der Apparat gewogen und zeigte keine Gewichtsabnahme.[1])

Die Zellen dieser Hefe waren zum größten Theil unfähig Zucker zu spalten, indem nach der Verdünnung der Flüssigkeit auf 15 Procent Zucker anfänglich nur eine ganz schwache, mit der Wage erst nach Ablauf von 24 Stunden wahrnehmbare Gasentwicklung eintrat, die sich alsbald auffallend steigerte. Es war dies neuerdings ein Beweis, daß gewisse Zellen der Hefe selbst bei so starker Entziehung von Wasser, wie sie in einer völlig concentrirten Zuckerlösung erfolgt, nicht fortpflanzungsunfähig werden, sondern durch Tage hindurch ein latentes Leben führend, in verdünnten Zuckerlösungen sich fortpflanzen und zum Ausgangspunkte einer neuen Generation von Hefezellen werden. Diese fortpflanzungsfähig gebliebenen Zellen sind keine anderen als die ganz jungen, noch nicht vacuolisirten, wovon ich mich durch zahlreiche mikroskopische Beobachtungen überzeugte.

In der 15procentigen Zuckerlösung erschien die überwiegende Mehrzahl der Zellen theils mit contrahirtem Plasma, theils abnorm vacuolisirt. Daß die koncentrirte Zuckerlösung die gesammte Hefe unfähig macht, in ihr selbst sich fortzupflanzen und den größten Theil der Zellen geradezu unentwicklungsfähig macht, liegt nach den vorangegangenen Mittheilungen bloß in der raschen Wasserentziehung. Steigert man die Concentration ganz allmälig bis zur völligen Sättigung der Lösung, und verdünnt man ganz langsam bis auf etwa 15—20 Proc., so tritt rasch Gährung ein und wird hierauf beinahe aller Zucker in die Gährungsprodukte umgesetzt. Ebenso bleibt eine lufttrockene

---

[1]) Dennoch habe ich gefunden, daß beim Eintragen frischer Hefe in eine concentrirte Zuckerlösung, Gas (der Hauptmasse nach Kohlensäure) entwickelt wird. Nach Anwendung des Aspirators nahm das Gewicht des Apparates um 10·5 Milligr. ab, welches Gewicht der im Gefäße vertheilten Co_2. entsprach. Dieses Gas ist jedoch nicht unter den gegebenen Verhältnissen erst durch Gährung entstanden, sondern entwickelt sich, wie ich durch mehrere Versuche fand, nur so lange, als die Hefezellen sich zusammenziehen, wird also während der Contraction der Zellen von diesen an die Flüssigkeit abgegeben. Man kann sich von der Gasabscheidung in concentrirter Zuckerlösung dadurch überzeugen daß man eine große Menge von Hefe mit einer concentrirten Zuckerlösung mischt, und das breiartige Gemenge in einem Gefässe derart verschließt, daß nur ein kleiner Gasraum übrig bleibt. Es füllt sich der Letztere nach einer Viertelstunde schon mit einem durch Kohlensäureentwicklung hervorgerufenen Schaum. Daß diese Gasausscheidung nur bei der Contraction der Zellen und nicht in Folge der Anwesenheit von Zuckerlösung stattfindet, hiervon habe ich mich neuerdings (Oktober 1870) dadurch überzeugt, daß ich frische Hefe in eine nahezu gesättigte Kochsalzlösung eintrug. Ich fand, daß in einer 24procentigen Kochsalzlösung 2·38 Grm. Hefe, 0·049 Grm. Co_2., mithin etwas mehr als 2 Procent abgiebt.

Hefe, in eine concentrirte Zuckerlösung eingetragen, entwicklungsfähig, wie man sich durch langsame Verdünnung der Flüssigkeit überzeugen kann.

Die Mehrzahl der Zellen vacuolisirt sich normal und leitet rasch Gährung ein [1].

Hier folgen nun die Gährungsversuche, welche in dem oben beschriebenen Apparate vorgenommen wurden. Die Temperatur des Raumes, in welchem die Versuche vorgenommen wurden, schwankten nur innerhalb enger Grenzen, meistens nur zwischen 15—19° C.

1. Versuch.
2proc. Zuckerlösung.
G. d. F. = 4·119 Grm. [2])

Nach Tagen:	Entwichene CO_2
1 . . .	35 Milligr.
2 . . .	10 „
3 . . .	2 „
4 . . .	0 „
5 . . .	0 „
N. d. A. [3])	5 „
3 Tage.	52 M. CO_2

2. Versuch.
4proc. Zuckerlösung.
G. d. F. = 4.755 Grm.

Nach Tagen:	Entwichene CO_2
1 . . .	74 Milligr.
2 . . .	14 „
3 . . .	3 „
4 . . .	0 „
5 . . .	0 „
N. d. A. .	8 „
3 Tage.	99 M. CO_2

3. Versuch.
5proc. Zuckerlösung.
G. d. F. = 5·039 Grm.

Nach Tagen:	Entwichene CO_2
1 . . .	47 Milligr.
2 . . .	22 „
3 . . .	10 „
4 . . .	9 „
5 . . .	3 „
6 . . .	0 „
7 . . .	0 „
N. d. A. .	17 „
5 Tage.	108 M. CO_2

4. Versuch.
10proc. Zuckerlösung.
G. d. F. = 5·098 Grm.

Nach Tagen:	Entwichene CO_2
1 . . .	43 Milligr.
2 . . .	62 „
3 . . .	38 „
4 . . .	12 „
5 . . .	6 „
6 . . .	3 „
7 . . .	0 „
8 . . .	0 „
N. d. A. .	28 „
6 Tage.	192 M. CO_2

[1]) Daß die Tödtung der Hefe durch Alkohol bloß auf rascher Wasserentziehung beruht, schließe ich daraus, daß frische Hefe in Alkohol gebracht bis auf die wenigen jungen unerwachsenen Zellen getödtet wird, daß hingegen trockene, bloß 13 Prozent Wasser führende Hefe nach stundenlangem Liegen in Alkohol in verdünnter Zuckerlösung alsbald Gährung hervorruft. Die Wasserentziehung durch Alkohol nimmt viel Zeit in Anspruch. Hefe, die 5—10 Minuten in Alkohol gelegen, gibt in Pasteur'scher Flüssigkeit nach 3—6 Stunden schon lebhafte Gasentwicklung. Nach 1½stündigem Liegen in Alkohol tritt sichtliche Gasentwicklung erst nach 36 Stunden ein. Hefe, die 24 Stunden in Alkohol gelegen, zeigt in Pasteur'scher Flüssigkeit gar keine sichtbare Gasentwicklung und lassen sich hiebei durch die Wage nur Spuren entweichender Kohlensäure konstatiren.

[2]) Gewicht der Versuchsflüssigkeit.

[3]) Gewichtsverlust nach dem Aspiriren.

5. Versuch.
15proc. Zuckerlösung.

G. d. F. = 5·248 Grm.

Nach Tagen:	Entwichene CO_2
1 . . .	81 Milligr.
2 . . .	88 "
3 . . .	74 "
4 . . .	64 "
5 . . .	21 "
6 . . .	4 "
7 . . .	1 "
8 . . .	0.5 "
9 . . .	0 "
N. d. A. .	26 "
8 Tage.	359·5 M. CO_2

6. Versuch.
20proc. Zuckerlösung.

G. d. F. = 5·356 Grm.

Nach Tagen:	Entwichene CO_2
1 . . .	176 Milligr.
2 . . .	204 "
3 . . .	67 "
4 . . .	29 "
5 . . .	19 "
6 . . .	16 "
7 . . .	4 "
8 . . .	2 "
9 . . .	1·5 "
10 . . .	0 "
N. d. A. .	27 "
9 Tage.	545·5 M. CO_2

7. Versuch.
25proc. Zuckerlösung.

G. d. F. = 4·463.

Nach Tagen:	Entwichene CO_2
1 . . .	215 Milligr.
2 . . .	218 "
3 . . .	103 "
4 . . .	53 "
5 . . .	48 "
6 . . .	20 "
7 . . .	11 "
8 . . .	7 "
9 . . .	1·5 "
10 . . .	5 Pellicula
11 . . .	10 Milligr.
12 . . .	1 "
13 . . .	0 "
N. d. A. .	17 "
12 Tage.	709·5 "

8. Versuch.
35proc. Zuckerlösung.

G. d. F. = 5·738.

Nach Tagen:	Entwichene CO_2
1 . . .	77 Milligr.
2 . . .	187 "
3 . . .	93 "
4 . . .	56 "
5 . . .	24 "
6 . . .	29 "
7 . . .	48 "
8 . . .	25 "
9 . . .	8 Pellicula
10 . . .	25 Milligr.
11 . . .	35 "
12 . . .	45 "
13 . . .	11 "
14 . . .	18 "
15 . . .	5 "
16 . . .	0 "
N. d. A. .	17 "
15 Tage.	703 Milligr.

9. Versuch.
50proc. Zuckerlösung.
G. d. Fl. = 6·040.

Nach Tagen:	Entwichene CO_2	
1 . . .	12 Milligr.	
2 . . .	21 „	
3 . . .	9 „	
4 . . .	8 „	
5 . . .	5 „	
6 . . .	9 „	
7 . . .	4 „	Spur einer Pellicula.
8 . . .	15 Milligr.	
9 . . .	5 „	
10 . . .	6 „	
11 . . .	13 „	
12 . . .	18	Reiche Schimmelbildung.[1]
N. d. A. .	9 „	
12 Tage.	134 M. CO_2	

10. Versuch.
60proc. Zuckerlösung.
G. d. F. = 6·314.

Nach Tagen:	Entwichene CO_2
1 . . .	2 Milligr.
2 . . .	11 „
3 . . .	1 „
4 . . .	3 „
5 . . .	2 „
6 . . .	0 „
N. d. A. .	12 „
5 Tage.	31 Milligr.

Die angeführten Versuchsresultate entwerfen ein deutliches Bild vom Gange der Gährung. Doch erlauben die Zahlen über die gewogenen Mengen von Kohlensäuren noch keinen Schluß auf die Menge des vergohrenen Zuckers, da die Hefe, welche jeder einzelnen Versuchsflüssigkeit zugesetzt wurde, selbst eine kleine Quantität von Zucker enthält, indem sie mitten im Gange der Gährung erhalten aus einer keineswegs zuckerfreien Flüssigkeit gewonnen wurde. Ein Auswaschen der Hefe, um sie zuckerfrei zu machen, mußte bei den Versuchen vermieden werden, was nach den vorhergehenden Beobachtungen über den Einfluß der Wasserentziehung auf Hefe von selbst einleuchtet. Ich zog es daher vor, die in der Hefe enthaltene Zuckermenge durch Gährungsversuche zu ermitteln. Es stellte sich hierbei heraus, daß die angewendete Menge von Hefe, mit Wasser versetzt, 14—22·5, im Mittel 17 Milligr. Kohlensäure lieferte.

Diese Gewichtsmenge brachte ich in allen jenen Versuchen, wo ich nach Ausweis der Fehling'schen Probe in der vergohrnen Flüssigkeit gar keinen Zucker mehr nachweisen konnte, in Abzug. Es war dieß in den Versuchen 1, 2, 6 und 7.

Die nachfolgende Zusammenstellung enthält die reduzirten Kohlensäuremengen, und nebenan zum Vergleiche die Gewichte der Kohlensäure, welche der in jeder Versuchsflüssigkeit enthaltenen Zuckermenge entsprechen, und zwar wurde das Gewicht in zweierlei Weise gerechnet, einmal unter der Voraussetzung, daß die ganze Menge des Rohrzuckers in Kohlensäure und Alkohol gespalten wurde, und einmal unter der Annahme, daß blos 95 Procent des Zuckers Kohlensäure und Wasser liefern, die andern 5 Procent zur Bildung der andern Gährungsprodukte, Glycerin, Bernsteinsäure 2c. verwendet wurde.

[1]) Mit dem Auftreten der Schimmelbildung wurde der Versuch unterbrochen.

Gewichtsprocente der Flüssigkeit an Zucker.	Während des Versuches entwichene CO_2.	Reduzirtes Gewicht der CO_2.	Berechnet CO_2.	
			auf 100% Zucker.	auf 95 % Z.
2	52 Milligr.	35	42·4 Milligr.	40·2
4	99 „	82	97·8 „	92·9
5	108 „	—	129·6 „	123·1
10	192 „	—	262·3 „	249·2
15	359·5 „	—	405.1 „	384·8
20	545·5 „	528·5	551·2 „	523·6
25	709·5 „	692·5	703·8 „	667·6
35	703 „	—	1033·5 „	981·8
50	134 „	—	1554·1 „	1476·4
60	31 „	—	1949·5 „	1852·1

Die nachfolgende Tabelle enthält die den gefundenen, respektive reducirten Kohlensäuremengen entsprechenden Quantitäten von vergohrenem Rohrzucker in Gewichten und Gewichtsprocenten des zum Versuche genommenen Rohrzuckers ausgedrückt.

Ich selbst halte die Zahlen nur für annäherungsweise richtig. Für die Feststellung genauer Zahlen wäre eine viel genauere Bestimmungsweise nothwendig gewesen. Eine größere, als die hier angestrebte Genauigkeit lag jedoch nicht im Plane dieser Arbeit. Es handelte sich ja blos darum, den Zusammenhang der verschiedenen Dauer und Intensität der Gährung mit den durch die Wassergehalte herbeigeführten morphologischen und physiologischen Charakter der Hefezellen festzustellen.

Gewichtsprocente der Flüssigkeit an Zucker.	Gewichtsmenge des aus der gewogenen CO_2. berechn. Rohrzuckers.		
	in Grammen.	in Procenten.	
2	0·068	82·6	In der vergohrnen Flüssigkeit kein Zucker mehr nachweisbar.
4	0·159	83·7	
5	0·209	83·3	Zucker nachweisbar.
10	0·373	73·2	
15	0·689	87·5	
20	1·026	95·8	Zucker nicht nachweisbar.
25	1·345	98·5	
35	1·356	43·0	Zucker nachweisbar.
50	1·250	8·2	
60	0·060	1·5	
75	0·000	0	

Aus den angeführten Daten erhellt, daß die vergährende Zuckermenge einer Flüssigkeit von dem Wassergehalt der Hefezellen abhängt.

Die vollständigste Vergährung des Rohrzuckers — dessen direkte Gährungsfähigkeit jüngsthin sehr wahrscheinlich gemacht wurde [1]) — erfolgt

[1]) S. A. Mayer. Die Alkoholgährung. Heidelberg 1869.

nach meinen Versuchen in 2= und 4=, ferner in 20—25 procentigen Lösungen. Wahrscheinlich noch etwas unter 2 und über 4, ferner etwas unter 20 und über 25 Procent.

Auch die Menge der Kohlensäure und des Alkohols, welche aus einer bestimmten Quantität Zucker gebildet werden, scheinen von dem Wassergehalte der Hefezellen abzuhängen, welche wieder durch den Concentrationsgrad der Zuckerlösung, in welcher sie vegetiren, bedingt werden. 2—4procentige Zuckerlösungen scheinen weit mehr von anderen als den gewöhnlichen Gährungsprodukten, nämlich Glycerin, Bernsteinsäure ꝛc. zu liefern als 10—25procentige.

VI. Gang der Gährung bei Anwendung getrockneter Hefe.

Im Vorangegangenen wurde es ausgesprochen, daß die an der Luft getrocknete Hefe eine verdünnte Zuckerlösung ziemlich bald zur nahezu vollständigen Vergährung bringt, daß hingegen im Exsiccator oder unter der Luftpumpe getrocknete Hefe eine langsame und allmählig sich steigernde Vergährung bedingt, die allerdings auch eine nahezu vollständige ist.

Oben wurde auf Grund des mikroskopischen Befundes ausgesagt, daß die Mehrzahl der Zellen jener Hefe, die an der Luft getrocknet wurde, lebend blieb, daß hingegen jene Hefe, die im Exsiccator oder unter der Luftpumpe getrocknet wurde, der Hauptmasse nach aus entwicklungsunfähigen Zellen bestehe, wohl aber in den noch nicht vacuolisirt gewesenen Zellen, also in den noch ganz jugendlichen unerwachsenen Hefezellen einen Bildungsherd für Hefe enthält, deren die Gährung bedingende Thätigkeit in Folge der Zellvermehrung eine sich steigernde sein muß.

Hier folgen nun die bezüglichen Wägungsresultate, erhalten bei der Vergährung einer 20procentigen Zuckerlösung, von welcher je 5 Cub.=Cent. versetzt wurden:

im Versuche Nr. 1 mit 0·3 Grm. frischer Hefe,
„ „ Nr. 2 „ 0·2 „ lufttrockener Hefe,
„ „ Nr. 3 „ 0·15 „ im Exsiccator,
„ „ Nr. 4 „ 0·15 „ unter der Luftpumpe getrockneter Hefe.

1. Versuch. Mit frischer Hefe.

Nach Tagen:	Entwichene CO_2
1	176 Milligr.
2	204 „
3	67 „
4	29 „
5	19 „
6	16 „
7	4 „
8	2 „
9	1·5 „
10	0 „
N. d. A.	27 „
9 Tage.	545·5 M. CO_2

2. Versuch. Mit lufttrockener Hefe.

Nach Tagen:	Entwichene CO_2
1	61 Milligr.
2	394 „
3	31 „
4	15 „
5	9 „
6	5 „
7	3 „
8	2 „
9	1 „
10	0 „
N. d. A.	27 „
9 Tage.	548 M. CO_2

3. *Versuch.*

Mit im Exsiccator getrockneter Hefe.

Nach Tagen:	Entwichene CO_2
1 . . .	13 Milligr.
2 . . .	73 „
3 . . .	89 „
4 . . .	83 „
5 . . .	110 „
6 . . .	82 „
7 . . .	20 „
8 . . .	9 „
10 . . .	4 „
11 . . .	3 „
12 . . .	3 „
13 . . .	2 „
14 . . .	2 „
15 . . .	2 „
16 . . .	1 „
17 . . .	0 „
N. d. A. .	38 „
16 Tage.	534 M. CO_2

4. *Versuch.*

Mit evacuirter Hefe.

Nach Tagen:	Entwichene CO_2
1 . . .	6 Milligr.
2 . . .	17 „
3 . . .	28 „
4 . . .	42 „
5 . . .	139 „
6 . . .	100 „
7 . . .	80 „
8 . . .	52 „
9 . . .	13 „
10 . . .	6 „
11 . . .	11 „
12 . . .	7 „
13 . . .	4 „
14 . . .	3 „
15 . . .	2 „
16 . . .	4 „
17 . . .	0 „
N. d. A. .	21 „
16 Tage.	535 M. CO_2

In allen vier Versuchen ist die erhaltene Kohlensäuremenge beinahe dieselbe. In Versuch Nr. 1 ließ sich durch die *Fehling'sche* Flüssigkeit kein Zucker mehr nachweisen, wohl aber in den drei andern Versuchen.

Aus dem Versuche Nr. 2 geht hervor, *daß lufttrockene Hefe in einer 20percentigen Flüssigkeit liegend, nach einiger Zeit eine geradezu beispiellos intensive Gährung hervorruft;* wahrscheinlich in Folge eines bestimmten Wassergehaltes, den die Zellen unter den gegebenen Verhältnissen annehmen.[1])

Aus Versuch Nr. 3 und 4 *geht hervor,* daß eine im Exsiccator getrocknete Hefe in kürzerer Zeit das Maximum der Gährungsintensität erreicht als evacuirte Hefe, was entweder darin seinen Grund hat, daß erstere mehr fortpflanzungsfähige Zellen enthält als letztere, oder aber die in beiden Hefen lebend gebliebenen Zellen in gleicher Menge vorhanden sind, aber die Zellen der ersteren sich rascher als die der letzteren fortpflanzen.

Resultate.

Aus den im Vorangegangenen mitgetheilten Beobachtungen ergibt sich vor Allem, *daß die Wassergehalte lebender Hefezellen innerhalb weiter Grenzen schwanken.*

Die numerischen Werthe für die Wassergehalte lebender Hefezellen ließen sich nicht genau ermitteln. Jedenfalls geht aber aus den angeführten Beob

[1]) Es ist leicht einzusehen, daß eine lufttrockene, also 13 Procent Wasser führende Hefe, in einer verdünnten Zuckerlösung weit mehr Wasser aufnehmen muß, als eine gewöhnliche in einer etwa 10—15procentigen Flüssigkeit entstandenen Hefe, um mit dieser in einer 20procentigen Lösung auf gleiche Wassergehalte zu kommen. Die Wassergehalte, welche die erstere im Verlaufe der Gährung annimmt, müssen mithin zum Theile andere sein, als die der letzteren.

achtungen hervor, daß Hefezellen deren Wassergehalt bis auf 13 Procent reducirt wurde, durch Monate hindurch lebend bleiben und in verdünnten Zuckerlösungen rasch intensive Gährung hervorbringen[1]). Es ist ferner im hohen Grade wahrscheinlich, daß junge Hefezellen, welche völlig entwässert wurden, hierbei ihre Fortpflanzungsfähigkeit nicht einbüßen[2]).

Daß der Wassergehalt einer in assimilirender Thätigkeit befindlichen Hefezelle jedenfalls mehr als 13 Procent betragen muß, ist gewiß. Es scheint, daß eine Hefe, welche 40 Prozent Wasser führt, schon Gährung bedingt; indem eine derartige Hefe in einer 25procentigen Zuckerlösung in wenigen Augenblicken Gasentwicklung erkennen läßt, ohne Vacuolen zu bilden, und ohne ihr Volum zu vergrößern. Da ferner eine in ganz verdünnten Zuckerlösungen entstandene Hefe 80 Procent Wasser führt und eine derartige Hefe, dem Versuche zu Folge keiner weiteren Wasseraufnahme mehr fähig ist; so scheinen die Hefezellen ihren Lebensproceß bei Wassergehalten von 40—80 Procent zu vollziehen. Ich halte diese Zahlen indeß durchaus nicht für unumstößlich.

Ihre Richtigkeit vorausgesetzt, muß der Wassergehalt des Protoplasma's der lebenden Hefezelle, bei dem Umstande, daß die einen hohen Wassergehalt zeigenden Hefezellen sehr reich an Vacuolenflüssigkeit sind, sich weit mehr der untern Wassergehaltsgrenze (40 Procent) als der obern nähern.

Die Intensität des chemischen Processes der Hefezellen hängt von ihrem Wassergehalte ab. Die Wassergehalte, welche die Hefezellen in 2—4, ferner in 20—25procentigen Zuckerlösungen annehmen, scheinen dem chemisch-physikalischen Processe, der im Leben der Hefezelle statt hat, am günstigsten zu sein, indem bei diesen Wassergehalten die Vergährung des Zuckers eine geradezu vollständige ist. 10—15procentige Zuckerlösungen, ferner und ganz besonders solche, deren Zuckergehalt 35 Prozent übersteigt, vergähren den dargebotenen Zucker nur unvollständig. Hefezellen, welche in völlig concentrirten Zuckerlösungen sich befinden, haben gar nicht mehr die Fähigkeit den Zucker in die Gährungsprodukte umzusetzen, also zu assimiliren; zweifelsohne aus dem Grunde, weil bei dieser Concentration der Zuckerlösung die Wassergehalte zu gering sind, als daß hierbei Assimilation stattfinden könnte. Wie groß der Wassergehalt der Hefezellen in concentrirter Zuckerlösung ist, ließ sich nicht mit Genauigkeit ermitteln. Jedenfalls beträgt er mehr als 13 und weniger als 40 Procent, indem lufttrockene Hefe in concentrirter Zuckerlösung nach einiger Zeit etwas aufquillt, 40 Procent Wasser führende Hefe hingegen in dieser Flüssigkeit sich merklich contrahirt. 25 Procent Wasser führende Hefe scheint in concentrirter Zuckerlösung gar keine Veränderung zu erleiden; weder zu quellen, noch in concentrirter Zuckerlösung liegend, sich zusammenzuziehen. Es dürfte deßhalb der Wasser-

[1]) Zu einem ähnlichen Resultate gelangte Hoffmann; l. c. p. 359 heißt es: Eine getrocknete Hefe kann man (wie es scheint beliebig lange) aufbewahren, ohne daß sie dabei merklich von ihrer Gährkraft einbüßt.

[2]) Ich spreche dieß nur aus dem Grunde nicht mit Gewißheit aus, weil in obigen Versuchen die Menge junger und lebend gebliebener Hefezellen stets eine verschwindend geringe war und es mir deßhalb nicht erlaubt erscheint, das Resultat der Wägung, welches sich auf wenige Grammen Hefe bezog, ohne weiteres auf diese Zellen zu übertragen.

gehalt, der in concentrirten Zuckerlösungen suspendirten Hefezellen (oder aber auch das Protoplasma desselben) etwa 25 Procent betragen.

Aber nicht nur die Intensität, auch die Qualität des chemischen Processes scheint nach obigen Beobachtungem vom Wassergehalt der Hefezellen abzuhängen; indem bei der vollständigen Vergährung des Zuckers in 2—4procentiger Zuckerlösung weniger Kohlensäure als in 20—25procentigen Lösungen ausgeschieden wird. Die Mengen von Kohlensäure, Alkohol, Bernsteinsäure, Glycerin ꝛc., welche bei der Gährung entstehen, dürften somit von dem Wassergehalte der Hefezellen, respektive jenem ihres Protoplasma's, und selbstredend auch von dem Procentgehalte der gährenden Flüssigkeit an Zucker abzuhängen, da die Concentration der Lösung den Wassergehalt der Hefezellen bedingt.

Bei rascher Wasserentziehung werden alle vacuolenführenden (zumeist junge, völlig herangewachsene; in sehr verdünnten Zuckerlösungen, jedoch auch unerwachsene) Hefezellen entwicklungs- und gährungsunfähig. Es tritt hiebei abnorme Vacuolisirung ein. Noch nicht vacuolisirt gewesene Hefezellen bleiben hierbei entwicklungsfähig. Durch langsame Wasserentziehung wird die Entwicklungs- und demnach Gährungsfähigkeit lebender Hefezellen nicht gestört. Vacuolisirte Zellen verlieren hierbei nach und nach ihre Vacuolen. Führt man diesen Zellen langsam Wasser zu, so leiten sie in zuckerhaltigen Flüssigkeiten alsbald Gährung ein.

Die assimilirende Thätigkeit der Hefezellen ist nicht an das Vorhandensein von Vacuolen gebunden, wenngleich in der Mehrzahl der Fälle die Gährung bedingenden Hefezellen mit Vacuolen versehen (normal vacuolisirt) sind.

Durch rasche Wasserzufuhr zu vacuolenführenden Hefezellen preßt sich die Vacuolenflüssigkeit in das Plasma hinein und tritt daselbst in Form zahlreicher Tröpfchen auf. Die Zelle wird abnorm vacuolisirt. Abnorm vacuolisirte Hefezellen bedingen keine Gährung mehr. Sie scheinen gänzlich todt zu sein; zum mindesten sind sie gährungs- und entwicklungsunfähig. [1])

---

[1]) Gelöste Farbstoffe, welche nach der herrschenden Meinung lebendes Plasma stets ungefärbt lassen, tingiren diese Zellen und zwar mehr oder weniger intensiv. Doch bestimmen mich einige Versuche, in welchen ich an entschieden lebendem Plasma ein Gefärbtwerden durch gelöste Farbstoffe bemerkte, auf diesen Umstand kein großes Gewicht zu legen. Die genannten Zellen zeigen nach längerem Liegen im wasserentziehenden Mittel ein körniges Aussehen, eine Veränderung, die möglicherweise durch einen Organisationsvorgang hervorgerufen wurde.

Aus den Sitzungsberichten der kais. Akad. d. Wissensch. Math. nat. Klasse. II. Abth. Märzheft 1869.

Beiträge zur Kenntniß der Hefe und zur Lehre von der alkoholischen Gährung.

Von Marie Manasseïn aus Petersburg.

Dem Andenken meines Vaters, M. Korkunoff, weiland Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg, gewidmet.

Seit dem Anfange der 60er Jahre hat sich eine neue Theorie der alkoholischen Gährung geltend gemacht, die desto mehr Anklang fand, da sie von einem geistvollen Gelehrten vertheidigt wurde und dem Geiste der Zeit vollkommen entsprechend war; denn schon gegen das Ende der 50er Jahre fing man in der Wissenschaft wiederum an, den niederen Organismen eine immer größere Bedeutung in dem Haushalte der Natur zuzuschreiben.

Die neue von Pasteur [1]) aufgestellte Theorie der alkoholischen Gährung besteht, wie bekannt, darin, daß die Gährung, d. h. die Spaltung des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol nur als eine die Lebensprozesse der Hefepflanze begleitende Erscheinung angesehen wird, und folglich wird auch der lebende Hefeorganismus für die alkoholische Gährung für unumgänglich nothwendig gehalten [2]). Uebrigens ist diese von Pasteur aufgestellte Theorie schon früher von Cagniard de Latour und Schwann ausgesprochen worden und im Jahr 1844 ist Helmholz [3]) in Folge seines bekannten in die Lehrbücher aufgenommenen Versuchs zu ähnlichen Ansichten gekommen.

Die Theorie von Pasteur, nach der die lebenden Hefezellen (Saccharomyces cerevisiae) das spezifische Ferment der alkoholischen Gährung bilden sollen, ist jetzt zur herrschenden Meinung geworden und die bedeutendsten Männer der Wissenschaft haben sich zu dieser Meinung bekannt [4]). Doch so groß auch die Anerkennung dieser Theorie der Gährung sein möge, die Frage kann

---

[1]) Pasteur, Mémoire sur la fermentation alcoolique. Annales de Chimie et Physique. 3é Série. T. LVIII pag. 359.

[2]) Pasteur l. c. und Pasteur, Mémoires sur les corpuscules organisés existent dans l'athmosphère. Annales de Chimie et de Physique. 3e Série. T. LXIV. pag. 23: „Sélon moi les matières albuminoides n'étaient jamais des ferments, mais aliment des ferments. Les vrais ferments étaieint des êtres organisés."

[3]) Helmholtz, Ueber das Wesen der Fäulniß und der Gährung. Journal für praktische Chemie von Erdmann. 1844. pag. 436.

[4]) Van der Brock, Untersuchungen über die geistige Gährung des Traubensaftes und über Fäulniß thierischer Substanzen ꝛc. Ann. d. Chemie und Pharmacie. 1860. Bd. CXV. p. 77. De Bary, Schimmel und Hefe. Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge von Virchow. 1869. Heft 87 und 88, pag. 66: „Lebende Hefezellen, fähig zu wachsen und zu sprossen, sind zur Einleitung einer Gährung unbedingt nöthig . . . . Die todte Substanz der Hefe ist für sich allein unwirksam." — Derselbe, Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomiceten. Leipzig 1866. pag. 232. Hoffmann, Mykologische Studien über die Gährung. Annalen der Chemie und Pharmacie. 1860. Bd. CXV. pag. 230. Hallier, Gährungserscheinungen. Leipzig. 1867. pag. 18. — Mayer, Untersuchungen über die alkoholische Gährung ꝛc. Heidelberg 1869. pag. 74—75 u. s. w.

dennoch nicht als entschieden betrachtet werden, so lange in der Reihe der Gegner dieser Theorie solche Männer wie J. v. Liebig und Berthelot stehen. Streng genommen übrigens, kann die neue Theorie noch nicht als eine Erklärung der Gährung angesehen werden, denn indem wir annehmen, daß die alkoholische Gährung nur vermittelst der lebenden Hefezellen möglich sei, geben wir der Frage nach dem Wesen der Gährung nur eine neue Form und erklären in dem Prozesse selbst, was jedenfalls das Wichtigste ist, noch gar Nichts. Wenn wir dann noch bedenken, daß es schon durch direkte Versuche bewiesen ist, daß die alkoholische Gährung auch ohne Hefe durch stickstoffhaltige thierische Substanzen (Albumin, Fibrin, Casein, Gluten und selbst durch Gallerte) eingeleitet werden kann [1]), und daß man aus Krapp ein Ferment darstellen kann (Erythrozym von Schunck) [2]), welches Zucker in Alkohol und Kohlensäure zu spalten vermag; wenn wir außerdem bedenken, daß Alkohol auch künstlich durch gewöhnliche chemische Prozesse dargestellt werden kann; und daß wir zudem noch Fermente kennen (Emulsin, Diastase, Ptialin, Pepsin u. s. w.), bei denen keine Rede von einer Organisation sein kann und daß, fernerhin, wir aus der Hefe selbst ein derartiges Ferment darstellen können, welches den Rohrzucker in Traubenzucker verwandelt und gleich der Diastase auf Stärkemehl einwirkt [3]); wenn wir das Alles bedenken, so scheint uns der Gedanke, daß auch für alkoholische Gährung ein derartiges chemisches Ferment aufzufinden wäre, für vollkommen berechtigt.

In dieser Hinsicht bieten meine Versuche einige nicht uninteressante Thatsachen und ich wage deßhalb meine Schülerarbeit über diesen Gegenstand, über welchen schon so viele Meisterhände gearbeitet haben, zu veröffentlichen in der festen Hoffnung, daß mein Versuch zur Entscheidung einer so schwierigen Frage, wie die der alkoholischen Gährung, beizutragen, eine freundliche und nachsichtige Aufnahme finden werde, denn ich glaube, daß in der Wissenschaft eine jede gewissenhafte Arbeit auf solch' eine Aufnahme rechnen darf. „Je reeller und gründlicher eine Wissenschaft ist, desto weniger herrscht eitler Zank unter denen, die sie anbauen und lieben. Sie überlassen das Wortgezänk den Wortgelehrten", sagt Herder. [4])

I.

Professor H. Hoffmann [5]) hat, wie bekannt, den Einfluß hoher Temperaturen auf Hefezellen untersucht und dabei gefunden, daß beim Erwärmen in Gährflüssigkeiten die Hefezellen schon bei 84° C. vollkommen zu Grunde gehen [6]) und daß hingegen beim Erwärmen in trockenem Zustande dieselben selbst noch bei 215 ° C. nicht alle getödtet werden [7]). Bei Einwirkung hoher Tempe-

---

[1]) Berthelot, Chimie organique fondée sur la synthèse. Paris. 1860. Bd. II. pag. 623, 624 und 625.

[2]) Liebig, Ueber Gährung, über Quelle der Muskelkraft und Ernährung. Leipzig 1870 pag. 31.

[3]) Wittig, Centralblatt für die med. Wissensch. 1870. Nr. 51, pag. 806. — Liebig, l. c. pag. 8. — Berthelot, l. c. pag. 620—621.

[4]) Herder, Ideen zur Geschichte der Menschheit. 1r Theil. 1784. Herausgegeben von Johann von Müller. Tübingen 1827. pag. XVII.

[5]) H. Hoffmann, Zur Naturgeschichte der Hefe. Bot. Unters. aus dem physiol. Laboratorium der landwirthsch. Lehranstalt in Berlin von Karsten. Bd. I. 1867. pag. 341 bis 368.

[6]) Hoffmann l. c. pag. 352.

[7]) Hoffmann, l. c. pag. 360.

raturen auf die Hefe wurde ihr Vegetationstypus übrigens geändert; es stellte sich nämlich Stabkeimung ein und die Pellicula proligera, welche in den meisten Versuchen auftrat, bestand aus sehr feinen stabförmigen Hefezellen, außerdem aus „unmeßbaren Moleculen." [1]) Als Gährflüssigkeit wandte Professor Hoffmann gekochtes und wieder erkaltetes Honigwasser (18 p. Cub.-Zoll Wasser und 1/2 Cubik.-Zoll Honig) an. Alle seine Versuche wurden mit gewöhnlicher Bierhefe gemacht. Aus diesen interessanten Beobachtungen geht aber klar hervor, daß der Hefeorganismus eine ungewöhnliche Resistenz gegen die Einwirkung von höheren Temperaturen zeigt. Die außerordentliche Resistenz der Hefezellen gegen schädliche Einflüsse scheint auch aus Melsens's [2]) Versuchen hervorzugehen, denen zufolge die Hefezellen einen Druck von 8000 Atmosphären aushalten und nicht nur lebens-, sondern auch gährungsfähig bleiben sollen. Professor J. Wiesner [3]) hat ebenfalls Versuche über die Einwirkung hoher Temperaturen auf die Hefezellen gemacht und dabei gefunden, daß man lufttrockene Hefe „durch Stunden hindurch bei 100° C. belassen kann", ohne daß alle Hefezellen vollkommen getödtet wären. Professor Wiesner hat diese auffallende Thatsache durch eine auf direkte Beobachtungen gestützte Erklärung beleuchtet, indem er darauf hinwies, daß die alten vacuolenführenden Hefezellen bei der Einwirkung von hohen Temperaturen durch „abnorme Vacuolisirung" getödtet werden, während die jungen, vacuolenfreien Zellen lebens- und auch gährungsfähig bleiben. Die Richtigkeit dieser Erklärung wurde noch dadurch bestätigt, daß auch in den Versuchen mit wasserentziehenden Flüssigkeiten (Alkohol, concentrirte Zuckerlösung) nur die alten vacuolenführenden Zellen getödtet wurden, während die jungen vacuolenfreie Hefenzellen entwicklungsfähig blieben [4]).

Meine Versuche über den Einfluß hoher Temperaturen auf das Leben der Hefezellen widersprechen in mancher Hinsicht den interessanten Resultaten, die Professor Hoffmann bei seiner Arbeit gewonnen hat. Dieser Unterschied erklärt sich wohl zum Theil dadurch, daß ich statt Bierhefe zu meinen Versuchen stets Wiener Preßhefe (Branntweinhefe) genommen habe, und zum Theil auch dadurch, daß ich nach dem Rathschlage des Herrn Professor Wiesner in der Methode des Experimentirens einige Veränderungen eingeführt habe.

Für alle meine Versuche über das Erwärmen der Hefe im Luftbade habe ich stets eine und dieselbe Quantität Hefe, nämlich 2,0 Gramm, genommen. Die Hefe wurde fein zertheilt auf ein sorgfältig gereinigtes Uhrgläschen gelegt und dann so in das Luftbad gestellt, daß der Quecksilberbehälter des Thermometers gerade über der Hefe sich befand. Der Gang der Temperatur bei verschiedenen Versuchen war sehr verschieden; in einigen Fällen wählte ich ein sehr langsames Erwärmen, so daß die Temperatur 3 Stunden 5 Minuten brauchte, um bis zu dem gewünschten Grade zu steigen, in anderen Versuchen dagegen ließ ich die Temperatur in 7 Minuten bis zu dem gewünschten Grade hinaufsteigen. Auf der gewünschten Höhe ließ ich die Temperatur zuweilen

---

[1]) Hoffmann, l. c. pag. 348.

[2]) Melsens, Note sur la vitalité de la levûre de bière. Comptes rendus. Bd. LXX. 1870. pag 630.

[3]) Wiesner, Untersuchungen über den Einfluß, welchen Zufuhr und Entziehung von Wasser auf die Lebensthätigkeit der Hefezellen äußern. Separatabdruck aus dem LIX. Bande d. Sitzb. d. k. Akademie der Wissensch. II. Abth. März-Heft. 1869. pag. 6. Hier auch über die morphologischen Unterschiede von lebenden und todten Hefezellen.

[4]) Wiesner, l. c. pag. 7 und 25.

1 Stunde, zuweilen 50, 40, 30, 20, 5 Minuten, zuweilen auch nur einen Augenblick stehen; in den meisten Versuchen aber ließ ich die Temperatur nachdem sie einen gewissen Grad erreichte, 10 oder 15 Minuten lang auf die Hefe einwirken). Was den Gang der Erwärmung anbetrifft, so bin ich zu denselben Resultaten, wie Hoffmann[1]) gekommen; ich fand nämlich, daß je rascher und vorübergehender die Wirkung der Wärme ist, desto schwächer erscheint auch ihr Einfluß auf die Hefezellen und, daß je allmäliger und dauernder die Erwärmung einwirkt, desto tödtender ist auch ihr Einfluß.

Alle meine Versuche wurden mit allen nöthigen Vorsichten zum Ausschluß der atmosphärischen Keime vorgenommen. Die Reagenzröhrchen wurden zuerst sorgfältig gereinigt, dann auf einer Lampe stark und anhaltend erhitzt und mit eigens dazu bereiteter Watte verschlossen. Watte wurde entweder einfach in einem Luftbade von 1—2 Stunden bei circa 150—160° C. gehalten, oder in anderen Versuchen wurde dieselbe erst mit kaltem destillirtem Wasser gewaschen, dann in einem mit destillirtem Wasser gefüllten Becherglase 20—40 Minuten gekocht; gleich darauf wurde die Watte ausgerungen und in ein Luftbad hineingelegt, in welchem sie 30—50 Minuten dem Einflusse von beiläufig 140—180° C. ausgesetzt wurde. Als Gährflüssigkeit wurde in einigen Versuchen sogenannte Pasteurische Flüssigkeit, [2]) in anderen 10 % Zuckerlösung angewendet. Da Candiszucker allgemein für eine reinere Sorte gehalten wird [3]), so wurde zu meinen Versuchen ausschließlich Candiszucker verwendet. Die Gährflüssigkeit wurde jedesmal filtrirt, dann 10 Minuten lang gekocht, die verdampfte Menge des Wassers wurde durch Wägungen bestimmt und durch eine entsprechende Quantität siedenden destillirten Wassers ersetzt; dann ohne die Flüssigkeit erkalten zu lassen, wurde dieselbe in die vorher schon durchgeglühten Reagenzröhrchen eingefüllt und auf der Spirituslampe wiederum bis zum Sieden erhitzt. Nachdem die Gährflüssigkeit in den Reagenzröhrchen einige Augenblicke gekocht hatte, wurde die Eprouvette noch während des Kochens mit einem neuen Wattepfropf verschlossen. Die Hefe, welche bis zu der gewünschten Temperatur erhitzt war, wurde stets in dem Luftbade so lange gelassen, bis sie abgekühlt war und dann so rasch als möglich in ein Reagenzröhrchen, in dem die Gährflüssigkeit ebenfalls vollkommen abgekühlt war, hineingelegt und die Eprouvette wurde wiederum mit einem neuen direkt aus dem wärmenden Luftbade entnommenen Watteproppf verschlossen. Bei Anwendung des Wattepfropfs wurde immer darauf gesehen, daß derselbe recht fest schließen möchte [4]). Zur Kontrole wurde immer eine Eprouvette mit Pasteurischer Flüssigkeit [5]) (ohne Hefe) angefüllt; sonst aber ebenso behandelt wie die übrigen. Solche Kontroleversuche blieben, ohne irgend welche Veränderung

---

[1]) Hoffmann, Zur Naturgeschichte der Hefe, am ang. Orte pag. 355 und 361.

[2]) Pasteur, Mémoire sur les corpuscules organisés etc. am ang. O. pag. 106: giebt die Zusammensetzung dieser Flüssigkeit an, sie besteht aus: 100 Theilen destillirten Wassers, 10 Theilen Kandiszucker, 0,2—0,5 Gramm weinsteinsaures Ammoniak und 0,1 Gramm Hefenasche.

[3]) Mayer, l. c. pag. 10. — Liebig, l. c. pag. 39 sagt, daß nach den Analysen des Prof. Volhard der reinste Kandiszucker stets 1/2 Prozent Stickstoff enthält.

[4]) Schröder, Ueber Filtration der Luft in Beziehung auf Fäulniß, Gährung und Krystallisation. Annalen der Chemie und Pharm. B. 117. pag. 43, spricht davon, daß der Watteverschluß vollkommen genügend sei.

[5]) Zu den Kontrolversuchen habe ich meistens Pasteurische Flüssigkeit genommen, weil dieselbe der Entwickelung von niederen Organismen viel günstiger als reine Zuckerlösung ist.

zu zeigen, 5—6 Monate lang stehen; mikroskopisch untersucht zeigten sie keine Spur von irgend welchen Organismen. Hier wäre es am Platze ein für allemal zu bemerken, daß jeder Versuch, nachdem er, als beendet, geöffnet wurde, einer genauen mikroskopischen Untersuchung unterworfen wurde.

Einige von meinen Versuchen wurden in einem besonderen Apparate angestellt. Dieser Apparat [1]) bestand aus einem Kölbchen, welches mit einem doppelt durchbohrten Kork verschlossen wurde. Die eine Oeffnung im Korke diente zur Verbindung mit einem Chlocalciumrohre; in die zweite war ein kurzes im rechten Winkel gebogenes, während des ganzen Versuches sorgfältig verschlossenes Glasrohr eingestellt. Das Chlorcalciumrohr war durch einen Kautschukschlauch mit einem zweiten Chlorcalciumrohre in Verbindung gesetzt, welches seinerseits mittelst eines zweiten Kautschukschlauches mit dem Kaliapparate in Verbindung stand. Der Kaliapparat wurde auf der andern Seite durch ein Chlorcalciumrohr und durch einen Kolben mit Kalilauge von den atmosphärischen Wasserdämpfen und Kohlensäure isolirt. Das gebogene, während des Versuchs verschlossene, Glasröhrchen sollte dazu dienen, den Apparat, nach Beendigung des Versuchs, mit dem Aspirator in Verbindung zu setzen. Das Kölbchen aber diente zur Aufnahme der Gährflüssigkeit mit der Hefe. Durch tägliche genaue Wägungen habe ich mich überzeugen können, daß auch in Fällen, in welchen keine sichtbare Gasentwickelung sich einstellt, Kohlensäureentwickelung dennoch vorhanden sein kann; natürlich ist in solchen Fällen die Menge der Kohlensäure so gering, daß dieselbe nicht hinreicht, um die Flüssigkeit so weit zu sättigen, daß das Erscheinen von Gasblasen möglich wäre [2])! Leider aber war bei der Anwendung dieses Apparates ein sicherer Ausschluß der atmoshpärischen Keime, trotz aller Vorsichten, nicht streng möglich und deshalb war ich gezwungen, mich mit den Versuchen in den Eprouvetten und mit der Bestimmung des Alkohols zu begnügen. Um dem Leser eine Idee von dem Gang der Kohlensäureentwickelung zu geben, führe ich hier, so kurz als möglich, einige Versuche als Beispiel an.

Den 22. Oktober 1870 wurde 2,0 Gramm lufttrockener Preßhefe in 30 Minuten bis 140° C. erhitzt und dann die Temperatur 30 Minuten lang auf 140° bis 150° C. gehalten. Als die Hefe (in dem Luftbade) bis zur Zimmertemperatur abgekühlt war, wurde dieselbe so rasch als möglich in das Kölbchen, in welchem schon 30 Cub. C. 10 % Zuckerlösung sich befanden, hineingelegt und sogleich verschlossen, zuerst mit Watte und dann mit dem Kork. Ich glaube, es wäre überflüssig zu erwähnen, daß sowohl das Kölbchen, als auch die Watte nach der oben beschriebenen Methode vorher gereinigt wurden. Am dritten Tage trat eine schwache Gasentwickelung ein und eine Zunahme im Gewichte des Kaliapparates ließ schließen, daß es Kohlensäure war. Nach Verlauf von 10 Tagen war das Kölbchen mit der Gährflüssigkeit um 0,12 Gramm leichter, der Kaliapparat hingegen um 0,112 Gramm schwerer geworden [3]). Der Versuch wurde unterbrochen. Die genaueste mikroskopische

---

[1]) Wiesner, l. c. pag. 14.

[2]) Hoffmann, Mykologische Untersuchungen über die Gährung; am ang. O. pag. 349: „Es ist sicher, daß das Gas nicht als solches, sondern in Lösung abgeschieden wird und erst dann Gasform annimmt, wenn die Flüssigkeit in der Nachbarschaft damit übersättigt ist.“ —

[3]) Es fehlten folglich 0,008 Gramm und da in den ersten Tagen des Versuchs die Zahlen, die ich durch Wägungen erhielt, wie auch in den übrigen Fällen vollkommen übereinstimmend waren, die Differenzen aber, welche in den meisten Versuchen vorhanden

Untersuchung zeigte keine einzige lebende Hefezelle [1]) (so viel wenigstens man darüber mit Hülfe des Mikroskops urtheilen kann), alle hatten einen conglobirten Inhalt. Bacterien und Vibrionen (stäbchenförmige Gebilde), kleine unmeßbare Pünktchen und Körnchen waren in Menge vorhanden. Die Gährflüssigkeit wurde filtrirt und in dem einen Theile des Destillats wurde bei Anwendung von Schwefelsäure und chromsaurem Kali Aldehyd erhalten, in dem andern Theile habe ich die Jodformreaktion von Lieben vorgenommen [2]). Schon nach wenigen Augenblicken erhielt ich einen sichtbaren Niederschlag von den schönsten Jodoformkrystallen, die meistens in Form von sechsstrahligen Sternen auftraten [3]).

Den 5. Dezember 1870 wurde 2,0 Gramm lufttrockener Hefe während 1 Stunde 15 Minuten bis 190° erhitzt, dann 40 Minuten auf 195° bis 205° C. gehalten. Der Versuch wurde nach derselben Methode, wie immer gemacht, als Gährflüssigkeit diente 10 %ige Zuckerlösung. Gasblasen waren gar nicht zu bemerken. Nach Verlauf von sieben Tagen war das Kölbchen mit der Gährflüssigkeit und Hefe um 0,1 Gramm leichter geworden, Kaliapparat hingegen um 0,098 Gramm schwerer. Durch die obengenannten Reaktionen wurde im Destillate die Gegenwart von Alkohol nachgewiesen. Jodoformkrystalle erschienen erst nach 20 Minuten. Hefezellen alle todt, theilweise verkohlt, die meisten Zellen haben ein zusammengeschrumpftes Aussehen. Von Bacterien keine Spur. Unmeßbare Pünktchen und Körnchen [4]) sind in Menge vorhanden und zeigen wie immer eine lebhafte molekuläre Bewegung. Außer diesen beiden Versuchen habe ich noch einige mit Kohlensäurebestimmungen

---

waren, sich immer erst in den späteren Tagen einstellten, so bin ich geneigt, das dadurch zu erklären, daß sich vielleicht gleichzeitig mit der alkoholischen Gährung eine andere Gährung einstellte, bei welchem sich vielleicht Wasserstoffgas bildete. Leider aber bleibt das nur eine Vermuthung.

[1]) Hier muß ich noch eins hervorheben: in gewöhnlicher Hefe sind immer mehrere sprossende Zellen vorhanden (meistens zu zwei Zellen); diese Zellen werden natürlich auch beim Erhitzen nicht von einander getrennt, und wenn dieselben nachträglich noch in der Gährflüssigkeit aufquellen, so sehen sie den jungen, vacuolenfreien, sprossenden Hefezellen täuschend ähnlich und können Einen leicht zu irrthümlichen Schlüssen verleiten. Um diesem vorzubeugen, ist es immer rathsam, solche verdächtige Zellen Tage lang unter dem Mikroskope zu verfolgen, indem man dabei dafür Sorge trägt, daß die die umgebende Pasteurische Flüssigkeit nie austrocknen könne. Ich habe mich mehrfach überzeugt, daß solche Hefezellen entschieden todt sind; man kann dieselben Tage hindurch beobachten, ohne irgend welche Veränderung wahrzunehmen.

[2]) Lieben, Ueber Entstehung von Jodoform und Anwendung dieser Reaktion in der chemischen Analyse. Annalen der Chemie und Pharmacie. VII. Supplementband. 1870. pag. 219. Liebig, l. c. pag. 39 drückt sich über diese Reaktion folgendermaßen aus: „mit Hülfe der feinen Probe von Lieben ließ sich aber Alkohol darin nachweisen." Es handelte sich ebenso wie in meinen Versuchen um den Nachweis von ganz kleinen Quantitäten von Alkohol im Destillate. Bei meinen Versuchen habe ich mehrmals Gelegenheit gehabt, mich von der außerordentlichen Empfindlichkeit dieser Reaktion zu überzeugen.

[3]) In meinen Versuchen traten die Jodoformkrystalle meistens in Form von Sternen auf; auch in den Fällen, wo ich der Kontrole wegen die Reaktion auf Jodoform im diluirten Alkohol machte. Die sechsseitigen Tafeln (s. Rammelsberger, Die neuesten Forschungen in der krystallogrophischen Chemie. Leipzig 1857. pag. 215) waren viel seltener.

[4]) M. le Ricque de Mouchy, Des ferments organisés, qui peuvent se trouver dans le bicarbonate de soude du commerce. Comptes rendus. B. 67. 1868. pag. 363—366 behauptet, daß die punktartigen Gebilde (corpuscules mobiles) den Rohrzucker in Traubenzucker und Stärkemehl in Dextrin verwandeln können; zuweilen spielen diese Gebilde nach seiner Meinung die Rolle von Fermenten bei der alkoholischen Gährung. Leider sind seine Versuche nicht genau genug.

gemacht, aber da der Ausschluß von atmosphärischen Keimen, bei solcher Form von Versuchen, nicht streng genug möglich war, so beschloß ich, mich mit dem Nachweis von Alkohol zu begnügen und die Versuche in Eprouvetten zu machen. Es ist ein großer Unterschied, ob man frische Hefe dem Einflusse hoher Temparaturen aussetzt, oder lufttrockene Hefe, d. h. solche, die schon vorher in der Luft getrocknet worden war. [1]) Ich habe 20 Versuche mit frischer Hefe gemacht und dabei folgende Resultate erhalten: allmählich erhitzte frische Hefe bleibt nach 15—45 Minuten langer Einwirkung von 45°, 51° und 60° C. noch lebensfähig; in eine Gährflüssigkeit gebracht, zeigt dieselbe eine lebhafte Sprossung. Die sichtbare Gasentwickelung tritt dabei schon nach 12 Stunden ein und wird bald sehr lebhaft. Durch die obenerwähnten Reaktionen war im Destillate Alkohol nachgewiesen. Unter dem Mikroskope sieht man außer den vollkommen normalen, vacuolenführenden, sprossenden Hefezellen, noch eine große Menge von Bacterien, Vibrionen [2]) und feinen Körnchen. [3]) Bei 15 Minuten langer Einwirkung von 70°—72° C. [4]) auf frische Hefe, wurden alle Hefezellen getödtet, die sichtbare Gasentwickelung trat erst am 4. Tage ein. Im Destillate wurde auch in diesen Fällen Alkohol durch die beiden Reaktionen nachgewiesen. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, daß alle Hefezellen entschieden todt waren, Bacterien, Vibrionen, punktförmige Gebilde und Körnchen waren in Menge vorhanden. In einigen Fällen z. B. beim Erwärmen bis 100° und 125° C. bildete sich an der Oberfläche der Gährflüssigkeit (im ersten Falle am 6., im zweiten am 20. Tage) eine zarte Pellicula, welche aber ausschließlich aus ruhenden (todten?) Bacterien, Körnchen und Pünktchen bestand, von Stabhefe war keine Spur zu bemerken. Auch in diesen Fällen wurde durch obenerwähnte Reaktionen Alkohol im Destillate nachgewiesen. Die höchste Temperatur, welche ich auf frische Hefe einwirken ließ, war 140° bis 155° C.; auf dieser Höhe wurde die Temperatur 15 Minuten lang gehalten, aber die vorhergehende Erwärmung dauerte 3 Stunden und 5 Minuten. Eine sichtbare Gasentwickelung war nicht bemerkt worden. Mit dem Destillate wurden die beiden obenerwähnten Reaktionen vorgenommen: schwacher Aldehyldgeruch; Jodoformkrystalle erschienen erst nach 12 Stunden und konnten nur mit Hülfe des Mikroskops wahrgenommen werden. Alle Hefezellen waren todt, von Bacterien war keine Spur zu sehen; Pünktchen und Körnchen waren in Menge vorhanden. Jetzt will ich die Resultate meiner Versuche mit der lufttrockenen Hefe darstellen.

Die lufttrockene Hefe habe ich im Luftbade während einer Stunde und 35 Minuten bis auf 100° C. erwärmt und dann 30 Minuten die Temperatur auf 100° C. gehalten. Nach 24 Stunden trat schon eine deutliche Gasentwickelung ein. Am 4. Tage wurde der Versuch unterbrochen. Im

---

[1]) Wiesner, l. c. pag. 3: giebt an, daß der Wassergehalt der an der Luft getrockneten Hefe beiläufig 13 Prozent beträgt.

[2]) Lemaire, Nouvelles recherches sur les ferments et sur les fermentations. Comptes rendus. 1863. B. 57. pag. 626: stellt die Behauptung auf, daß die alkoholische Gährung durch Bacterien, Vibrionen, Spirillen und Monaden bewirkt werden kann.

[3]) Béchamp, Sur les granulations moléculaires des fermentations et des tissus des animaux. Comptes rendus. 1868. B. LXVI. pag. 366 stellt die Behauptung auf, daß einige von derartigen Körnchen den Charakter eines organisirten Ferments besitzen.

[4]) Hier muß ich noch bemerken, daß frische Hefe nur bei 70° C. flüssig wurde (in Folge der aus den Zellen austretenden Flüssigkeit) und folglich war der Tod der Hefezellen in diesem Falle durch das rasche Entweichen der Zellenflüssigkeit bedingt. (Siehe hierzu die schon öfters erwähnte Arbeit des Prof. Wiesner, l. c. pag. 5.)

Destillate war die Anwesenheit von Alkohol nachgewiesen (durch die beiden Reaktionen). Unter dem Mikroskope sah man normalvacuolisirte sprossende Hefezellen. — Bei langsamer und anhaltender Erwärmung werden die Hefezellen der lufttrockenen Hefe erst bei 115° bis 120° C. getödtet; bei rascher, vorübergehender Wirkung der Wärme halten solche Hefezellen noch 130° C. aus (in 7 Minuten auf 130° erwärmt und 20 Minuten auf dieser Temperatur gehalten) und bleiben vollkommen lebens- und sprossungsfähig. Bei noch höheren Temperaturen, von 140° C. angefangen, habe ich immer nur todte Hefezellen erhalten; aber dessenungeachtet wurde im Destillate mit den beiden Reaktionen Alkohol nachgewiesen. — Bei diesen Versuchen, ebenso wie auch bei den Versuchen mit frischer Hefe, wirkte besonders störend das öftere Erscheinen von Bacterien, Vibrionen, Pünktchen, Körnchen und zuweilen sogar das Auftreten von ovalen kleinen (die größten hatten 0,0016 und 0,0008 Millimeter im längsten Diameter) hefeartigen, sprossenden Zellchen. Doch zum Glücke blieb ich in einigen Versuchen von diesen Gebilden verschont, dabei war im Destillate eine deutliche Menge von Alkohol nachweisbar; es wird wohl Niemand bestreiten, daß ein derartiges negatives Ergebniß viel mehr beweist, als zwei entgegengesetzte positive. Ich führe hier z. B. einige Versuche vollständig an:

Den 25. November 1870 wurde 2,0 Gramm luftrockener Hefe während 30 Minuten bis 245° C. erwärmt, dann eine halbe Stunde bei 250° bis 258° C. gehalten; darauf wurde die Lampe ausgelöscht und während 20 Minuten sank die Temperatur bis auf 100° C. zurück. Der Versuch wurde natürlich mit allen obenerwähnten Vorsichten gemacht. Am dritten Tage stellte sich eine schwache sichtbare Gasentwickelung ein und dauerte 7 Tage. Die Gährflüssigkeit (10 % Zuckerlösung) war gelb gefärbt und blieb die ganze Zeit vollkommen klar. Am 56. Tage wurde der Versuch geöffnet. Im Destillate wurde Alkohol durch die beiden obenerwähnten Reaktionen nachgewiesen. Ein reichlicher Niederschlag von Jodoformkrystallen bildete sich schon nach Verlauf von 2—5 Minuten. Unter dem Mikroskope sah man todte verkohlte Hefezellen und einzelne Körnchen.

Den 17. Oktober 1870: 2,0 Gramm lufttrockener Hefe wurde in 2 Stunden 15 Minuten bis auf 250° erhitzt und dann 15 Minuten auf 250—256° C. gehalten. Die Hefe ist so stark verkohlt, daß der größte Theil derselben auf der Oberfläche der Gährflüssigkeit (Pasteur'sche Flüssigkeit) bleibt. Die Gährflüssigkeit ist die ganze Zeit vollkommen klar und ungefärbt geblieben. Nach Verlauf von 9 Tagen Destillation. Aldehyd konnte bei Anwendung von Schwefelsäure und chromsaurem Kali im Destillate nicht erhalten werden; Jodoformkrystalle erschienen erst nach zwei Stunden in Form von sechsstrahligen Sternen, welche in so geringer Menge vorhanden waren, daß sie nur mit Hülfe des Mikroskops wahrnehmbar waren. Hefezellen ganz verkohlt. Von fremdartigen Gebilden ist Nichts zu sehen, nur selten findet man einzelne Körnchen und Pünktchen, die, wie immer, in lebhafter Molekularbewegung begriffen sind.[1])

Man vergleiche hiermit folgenden Versuch:

Den 17. Januar 1871: 2,0 Gramm lufttrockener Hefe wurde in

---

[1]) Huxley, On the relations of penicillium, torula and Bacterium. Quaterly Journal of microscopical Science. 1870. B. X. pag. 360 sagt: daß die „selbstständige" Bewegung der Bacterien für ein Lebenszeichen gelten muß.

3 Stunden bis 295° C. erhitzt und dann 15 Minuten auf 295°—305° C. gehalten. Hefe gänzlich verkohlt und der größte Theil derselben bleibt auf der Oberfläche der Gährflüssigkeit (Pasteur'sche Flüssigkeit) schwimmen. Die Flüssigkeit selbst ist die ganze Zeit klar und ungefärbt geblieben. Nach Verlauf von 9 Tagen Destillation. Kein Aldehyd. Jodoformkrystalle sind erst nach 3 Stunden erschienen und in so geringer Menge, daß sie nur mit dem Mikroskope wahrzunehmen sind. Bei mikroskopischer Untersuchung fand sich, daß die weißliche Schicht, die über den einzelnen zu Boden gesunkenen verkohlten Stücken von Hefe sich befand, aus kleinen hefeartigen, sprossenden Zellchen (der größte Diameter = 0,0016 Millimeter und 0,0008 Millimeter) bestand. Die eigentlichen Hefezellen waren bis zur Unkenntlichkeit verkohlt.

Die Menge des Alkohols war also im letzten Versuche auch trotz der Anwesenheit der kleinen hefenartigen sprossenden Zellchen nicht größer, als in dem vorstehenden Versuche, in welchem keine sprossenden, hefeartigen Zellen zu finden waren. — Die höchste Temperatur, welche ich auf lufttrockene Hefe einwirken ließ, war 308° C. und das Erwärmen dauerte in diesem Falle 3 Stunden 5 Minuten und 15 Minuten wurde die Temperatur auf 300—308° C. gehalten. Mit der feinen Probe von Lieben ließ sich im Destillate eine Spur von Alkohol selbst in diesem Falle nachweisen; übrigens war die Menge der Jodoformkrystalle so außerordentlich gering, daß man selbst unter dem Mikroskope längere Zeit suchen mußte, bis man einen Jodoformkrystall auffinden konnte. Die Hefezellen waren bis zur Unkenntlichkeit verkohlt und von andern Gebilden war nirgends eine Spur zu sehen; nur einzelne Körnchen und Pünktchen waren nachzuweisen. Ich habe in 19 Versuchen mit lufttrockener Hefe 10 % Zuckerlösung als Gährflüssigkeit benutzt und in anderen 10 Versuchen habe ich sogenannte Pasteur'sche Flüssigkeit gebraucht; irgend einen Unterschied habe ich dabei nicht wahrgenommen.[1])

Ich habe meine Versuche über die Einwirkung höherer Temperaturen (von 150° angefangen bis 225° C.) zu verschiedenen Zeiten geöffnet, um zu sehen, wie lange in diesen Fällen das Ferment braucht, um die Spaltung des Zuckers einzuleiten und eine nachweisbare Menge Alkohol zu bilden. Dabei habe ich gefunden, daß nach 12, 16, 24 und 36 Stunden sich noch keine Spur von Alkohol im Destillate nachweisen läßt; daß aber nach 48 Stunden man im Destillate bei Anwendung von Schwefelsäure und chromsaurem Kali schwachen Aldehydgeruch und bei Anwendung von Jod und Aetzkali Jodoformkrystalle erhält.

Außer den genannten kleinen, hefeartigen Zellen und den Bacterien wirkte in einigen Versuchen sehr störend auch noch der Umstand ein, daß bei Einwirkung von höheren Temperaturen sich sehr oft Mycelienbildung am Boden der Eprouvette einstellte. Da die Kontrolversuche aber immer ganz rein von jeden Gebilden blieben, so mußte ich annehmen, daß entweder die Pilzsporen, welche in der Hefe eingebettet waren, die hohe Temperatur lebend aushalten können, oder aber daß während der kurzen Zeit, die ich dazu brauchte, um

---

[1]) Es unterliegt keinem Zweifel, daß diese Körnchen und Pünktchen aus sehr verschiedenen Körpern bestehen; es wird unter Anderem auch noch dadurch bewiesen, daß dieselben verschieden auf Jodtinktur reagiren; die einen werden nämlich dadurch gar nicht verändert, während andere goldgelb und die übrigen blau gefärbt werden. Diese Formen sind so klein, daß eine Verwechslung mit Stärke ausgeschlossen ist. Hier sei noch erwähnt, daß Hoffmann behauptet, daß die Bacterien durch Jod goldgelb gefärbt werden. (Siehe: Ueber Bacterien, Botan. Zeitung. 1869. pag. 253.)

die erhitzte Hefe in das Reagenzröhrchen hineinzulegen, Pilzsporen aus der atmosphärischen Luft sich auf die Hefe niedergesenkt hatten. Jedenfalls zeigen diese Fälle, mit welchen großen Schwierigkeiten man bei derlei Untersuchungen zu kämpfen hat. Aus den Mycelien, welche sich zuweilen in der Gährflüssigkeit bildeten, entwickelte sich in einigen Fällen Rhizopus nigricans, in anderen Mucor mucedo und in noch anderen Penicillium glaucum Lk.

Mit dem Bodensatze, in welchem ich bei mikroskopischer Untersuchung entweder Bakterien (stäbchenförmige Gebilde), Körnchen und unmeßbare Pünktchen, oder aber kleine hefeartig sprossende Zellen (Penicilliumnhefe?) gefunden hatte, machte ich noch folgende Versuche: durchgekochte und wiederum abgekühlte Pasteur'sche Flüssigkeit oder 10 % Zuckerlösung wurde auf den Bodensatze aufgegossen und unter sorgfältigem Watteverschluß 5—14 Tage stehen gelassen. Dann wurde die Flüssigkeit filtrirt, destillirt und auf Alkohol geprüft (welcher dabei stets nachzuweisen war), und sowohl die Flüssigkeit wie auch der Bodensatz einer genauen mikroskopischen Untersuchung unterworfen. Gleich darauf wurde wiederum frische Gährflüssigkeit auf den Bodensatz gegossen, wobei natürlich alle nöthigen Vorsichten beobachtet wurden. Solches wiederholtes Aufgießen von frischer Gährflüssigkeit habe ich zwei-, drei-, zuweilen selbst viermal wiederholt und dabei beobachtete ich stets folgende Erscheinungen: in denjenigen Fällen, in welchen der Bodensatz Nichts als Bacterien, Pünktchen und Körnchen enthielt, erschienen bei wiederholtem Aufgießen von frischer Gährflüssigkeit stets diese kleinen, ovalen, sprossenden, hefeartigen Zellen, welche bei wiederholtem Aufgießen von frischer Gährflüssigkeit sich auffallend vermehrten, und nach Verlauf von 7 bis 14 Tagen seit dem Erscheinen dieser Zellen habe ich in dem Bodensatze stets auch einzelne große normalvacuolisirte Hefezellchen, die ganz das Aussehen von Saccharomyces cerevisiae hatten, gefunden. Die sichtbare Gasentwickelung wurde mit dem Auftreten dieser normalvacuolisirten Hefezellen immer viel lebhafter, in einigen Fällen sogar stürmisch. In denjenigen Fällen, in welchen in dem Bodensatze schon vor dem ersten wiederholten Aufgießen von frischer Gährflüssigkeit, kleine hefenartige Zellen (der größte Durchmesser = 0,0016 Millimeter und 0,0008 Millimeter) vorhanden waren, trat das Erscheinen von großen normalvacuolisirten Hefezellen viel schneller ein als sonst. — Mit dem Bodensatze, in welchem die kleinen (die größten hatten 0,0016 Millimeter und 0,0008 Millimeter im Durchmesser) ovalen hefenartigen, sprossenden Zellen [1]) zu finden waren, habe ich außerdem noch Versuche mit dem Aussäen des Bodensatzes auf verschiedene durchgekochte Substrate, mit allen zum Ausschluß der atmosphärischen Keime nöthigen Vorsichten, gemacht. Zur Kontrole wurde der Bodensatz von frischer gährender Hefe auf eben solche Substrate aufgestrichen. Im Ganzen habe ich 9 solche Versuche gemacht und die dabei erhaltenen Resultate waren folgende: wenn auf ein Stück gekochter Feige der, kleine hefenartige Zellen führende Bodensatz aufgestrichen und unter Watteverschluß stehen gelassen wurde, so entwickelte sich auf demselben, schon nach paar Tagen ein üppiger Penicilliumrasen mit schöner Fruktifikation. Auf den Stücken der Feige dagegen, auf welche der Bodensatz von frischer gährender Hefe aufgestrichen war, zeigte sich eine ziemlich lebhafte Gasentwickelung und die dünne Schicht der Hefe vergrößerte sich auffallend, so daß sie eine gelblich-weißliche Decke auf der Feige bildete. Die mikroskopische Untersuchung zeigte in diesen Fällen eine reiche und lebhafte Sprossung

[1]) De Bary, Ueber Schimmel und Hefe, am ang. O. pag. 67.

der Hefezellen. Diese letzten Stücke von Feige trockneten ein, ohne irgend welche Schimmelbildung zu zeigen. In Versuchen, in welchen der die kleinen hefenartigen Zellen führende Bodensatz auf durchgekochten Stücken von Kartoffel, Citrone oder Mohrrübe ausgesäet wurde, entwickelte sich ebenfalls in allen Fällen ohne Ausnahme ein schöner Penicilliumrasen [1]) mit üppiger Fruktifikation. Bei Aussaaten des Bodensatzes von frischer (unerwärmter) Hefe auf derlei Substraten erhielt ich immer gleichzeitig die verschiedensten Schimmelbildungen (Rhizopus nigricans, Mucor mucedo, Penicillium glaucum und Aspergillusarten). Diese Versuche sind natürlich noch nicht genügend, um irgend einen Schluß aus ihnen zu ziehen, aber bei der Gleichartigkeit des jedesmaligen Resultates sind dieselben jedenfalls der Erwähnung werth. [2])

Alle oben angeführten Versuche dienten dazu, mir die Vermuthung einzuflößen, daß die Spaltung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure auch ohne lebende Hefezellen vor sich gehen kann; da aber in meinen Versuchen mit erhitzter Hefe die Mengen des sich bildenden Alkohols nur sehr gering waren und da, wie bekannt, die unorganisirten Fermente unter dem Einflusse hoher Temperaturen ihre Fähigkeit Spaltungen hervorzurufen, verlieren, [3]) so war mir vor Allem daran gelegen, irgend ein Mittel zu finden, die Hefezellen gänzlich zu tödten, ohne das in ihnen enthaltene Ferment der energischen Einwirkung hoher Temperaturen auszusetzen. Zu diesem Zwecke wiederholte ich die Versuche des Herrn Lüdersdorf [4]) mit dem Zerreiben der Hefe; aber leider mußte ich mich nur zu schnell überzeugen, daß auf diesem Wege Nichts zu erreichen sei. Lufttrockene Hefe wurde in einem Falle 6, im anderen 15 Stunden lang von einem kräftigen Manne mit gepulvertem Bergkrystall in einem Glasmörser gerieben. Bei mikroskopischer Untersuchung dieser zerriebenen Hefe fand ich, daß die meisten Zellen gänzlich zerstört waren, während einige wenige noch die Form von einer Hefezelle behielten, dabei aber waren in ihnen weder feinkörnige Plasma noch Vacuolen zu sehen. Diese blassen Zellen sahen gerade so aus, als ob von der Hefezelle nur noch die leere Zellmembran zurückgeblieben wäre. In Gährflüssigkeit versenkt, zeigte aber die zerriebene Hefe, schon nach einigen Tagen nicht nur eine lebhafte Gährung, sondern auch eine reichliche Sprossung von normalvacuolisirten Hefezellen.

Da mir die Versuche mit dem Zerreiben der Hefe nicht gelingen wollten, so war ich genöthigt, wiederum die erhöhten Temperaturen als ein Tödtungsmittel anzuwenden; weil aber die Hefezellen beim Erwärmen in Gährflüssigkeiten schon bei 84° getödtet werden und weil auch die Sporen der Schimmelpilze das Sieden, wie bekannt, nicht überleben, [5]) so entschloß ich mich,

---

[1]) Dabei muß ich noch bemerken, daß zwischen dem kleinsten ins Bläuliche schimmernden Körnchen und den kleinen hefeartigen Zellen der Größe nach alle Uebergänge zufinden waren.

[2]) Das stimmt in einigen Hinsichten mit den von Prof. Hoffmann beobachteten Thatsachen überein. S. Hoffmann, Zur Naturgeschichte der Hefe, am ang. O. 348.

Ich mag indeß die Entscheidung der Frage, in wie weit die angeführten Thatsachen mit den Ansichten der Frau Johanna Lüders (Ueber Abstammung und Entwickelung des Bacterium termo Duj. = Vibrio lineola Ehrb. im Archiv für mikroskop. Anatomie. 1867. B. III. pag. 317—341) und des Prof. Hallier (Gährungserscheinungen. 1867. pag. 44—69) zusammenstimmen mögen, nicht auf mich nehmen.

[3]) Berthelot, l. c. pag. 580, 594 und 600.

[4]) Hoffmann, Zur Naturgeschichte der Hefe, am ang. O. pag. 353: erwähnt den Versuch von Lüdersdorf. Leider war mir die Arbeit von Lüdersdorf nicht zugänglich.

[5]) Hoffmann, Zur Naturgeschichte der Hefe, am ang. O. pag. 352.

einige Versuche mit dem Kochen der Hefe zu machen.[1]) In meinen ersten Versuchen mit dem Sieden der Hefe habe ich eine gewisse Quantität Hefe (4—6 Gramm) mit durchgekochter und abgekühlter Gährflüssigkeit (10 % Zuckerlösung) übergossen und dann auf einer Spirituslampe bis zum Sieden erwärmt und kürzere oder längere Zeit gekocht, worauf die Eprouvette unter Watteverschluß stehen gelassen wurde. Bei diesen Versuchen konnte ich bemerken, daß im Anfange des Erwärmens sich immer eine energische Gasentwickelung einstellte, die Hefe wurde mit emporgerissen und es war sehr schwer, das Ueberlaufen der Flüssigkeit zu verhindern. Nach Verlauf von 14 Tagen wurde die Destillation gemacht und die obengenannten Reaktionen vorgenommen. Ich erhielt einige Jodoformkrystalle erst nach Verlauf von 12 Stunden; die Menge derselben war so unbedeutend, daß sie nur mit dem Mikroskope wahrgenommen werden konnte. Aldehyd konnte ich gar nicht im Destillate erhalten. Da in diesen Versuchen (vier im Ganzen) beim Erwärmen sich immer eine Gährung einstellte, so erklärte ich mir die geringe Spur von Alkohol dadurch, daß das Ferment bei der stürmischen Gährung seine Fähigkeit, die Spaltung hervorzurufen, fast gänzlich verliert und daß der dabei gebildete Alkohol sich während des Kochens verflüchtigt; demgemäß habe ich auch in der Methode der übrigen Versuche (17 im Ganzen) eine kleine Abänderung gemacht, die darin bestand, daß ich die Hefe statt mit abgekühlter direkt mit siedender Gährflüssigkeit übergossen und dann gleich darauf kürzere oder längere Zeit auf einer Spirituslampe gekocht habe. Bei derartigen Versuchen mit dem Kochen muß man dafür Sorge tragen, daß 1) die Hefe recht fein zertheilt sei; 2) beim Hereinlegen der Hefe in die Eprouvette oder das Kölbchen dieselbe direkt auf den Boden falle, ohne an den Wänden des Gefäßes hängen zu bleiben; und 3) daß beim ersten Aufkochen keine Flüssigkeit überläuft und keine Zellen an den Wänden des Gefäßes hängen bleiben. Durch sorgfältiges Reguliren der Lampe ist es immer möglich, dem Ueberlaufen vorzubeugen, und wenn einige Hefezellen beim Aufkochen an den Wänden hängen bleiben, so kann man sie durch siedende Gährflüssigkeit, die man des Verdampfens wegen nachgießen muß, wieder abspülen. In dieser Weise habe ich Hefe 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 und 45 Minuten lang gekocht und im Destillate habe ich stets Aldehyd und einen reichlichen Niederschlag von Jodoformkrystallen erhalten. Dabei ist aber noch zu bemerken, daß nach Verlauf von 12 und selbst 24 Stunden im Destillate noch keine Spur von Alkohol aufzufinden war, während nach 48 Stunden die Anwesenheit des Alkohols im Destillate durch die beiden obengenannten Reaktionen nachgewiesen wurde. In keinem einzigen Falle habe ich in diesen Versuchen das Erscheinen von kleinen hefeartigen Zellen beobachtet; unter dem Mikroskope konnte man Nichts als todte Hefezellen, ruhende Bacterien und unbestimmte in lebhafter Molekularbewegung begriffene Pünktchen und Körnchen sehen.[2]) In einigen Fällen bildete sich an der Oberfläche der Gährflüssigkeit eine leichte Pellicula, die eine zarte röthliche Färbung zeigte. Diese Pellicula bestand aus kleinen Pünktchen Körnchen, und einzelnen seltenen, ruhenden (todten?) Bacterien. Eine sichtbare Gasent-

[1]) Ich muß noch bemerken, daß ich meistens mit einer tausendfachen Vergrößerung (Ok. Nr. 4, Immersionslinse 9 von Hartnack) gearbeitet habe.

[2]) Hallier, Die pflanzlichen Parasiten. 1866. pag. 53. — Pasteur, Mém. sur les corp. organisés etc. am ang. O. pag. 60. — In den Versuchen des Herrn Dr. Manassein wurden die Sporen von Penicillium glaucum, Aspergillus macrosporus und Mucor stolonifer schon durch fünf Minuten langes Kochen getödtet.

wickelung habe ich in diesen Versuchen nie beobachtet, vielleicht weil die Flüssigkeit so sehr getrübt und undurchsichtig war, daß die Gasblasen unbemerkt blieben.

Zum Schlusse muß ich noch meine Versuche mit reinen Penicilliumsporen erwähnen. In durchgekochte, unter Watteverschluß abgekühlte 10 %ige Zuckerlösung habe ich reine Sporen von Penicillium glaucum hineingelegt und so lange die Flüssigkeit geschüttelt, bis die Sporen niedergesunken waren. Nach Verlauf von 18 Tagen wurden die Versuche (6 im Ganzen) unterbrochen; im Destillate ließ sich mittelst der obengenannten Reaktionen stets Alkohol nachweisen [1]), selbst in den Fällen, wo gar keine Penicilliumhefe zu sehen war und nur reichliche Bildungen von Mycelien vorhanden waren. [2]) Je reichlicher aber die Bildung von Penicilliumhefe war, desto größer fielen (nach der Probe von Lieben zu urtheilen) die Mengen des Alkohols aus.

Auf Grund aller dieser Versuche halte ich mich für berechtigt, zu behaupten, daß lebende Hefezellen zur alkoholischen Gährung nicht nothwendig seien. Es ist mehr als wahrscheinlich, daß das spezifische Ferment der alkoholischen Gährung in der lebenden Hefezelle und in einigen Schimmelarten, ebenso, wie das Emulsin in den süßen Mandeln gebildet werde. [3])

Was aber die Thatsache anbetrifft, daß in meinen Versuchen die Anwesenheit von Alkohol im Destillate nur dann nachgewiesen werden konnte, wenn die todte Hefenmasse mit der Gährflüssigkeit wenigstens 48 Stunden in Berührung gelassen wurde, so ist dieselbe nicht schwer zu erklären. Erstens ist es ganz begreiflich, daß die Menge des gebildeten Alkohols im Anfange noch so klein sein kann, daß derselbe durch die obengenannte Reaktion nicht nachweisbar ist; und zweitens ist zur Bildung des Alkohols wahrscheinlich die unmittelbare Berührung des in den Hefezellen enthaltenen Ferments mit der Gährflüssigkeit nothwendig; die endo- und exosmotischen Processe aber, durch die das zu Stande kommen kann, werden natürlich in der todten und noch dazu durchgekochten oder erhitzten Hefezelle viel langsamer von Statten gehen, als in einer normalen lebenden Hefezelle.

Diese meine Arbeit wurde in dem Laboratorium des Herrn Professor Wiesner ausgeführt, dem ich meinen innigsten Dank sowohl für die freundliche Aufnahme in sein Laboratorium, als auch für seinen fortwährenden hülfreichen Beistand mit Rath und That hiermit ausspreche.

Wien, 9. April 1871.

---

[1]) Zur Kontrole habe ich Hefe im destillirten Wasser (20, 30, 35 und 45 Min.) gekocht, dann unter Watteverschluß kürzere oder längere Zeit stehen gelassen und endlich die Flüssigkeit wie immer destillirt. Im Destillate konnte man nicht die geringste Spur von Alkohol nachweisen. Ebenso waren die beiden, oben erwähnten Reaktionen nicht im Stande, im Destillate von reiner 10 % Zuckerlösung oder Pasteurischer Flüssigkeit, welche 45 Minuten lang gekocht worden waren und mehrere Tage unter Watteverschluß gestanden hatten, irgend eine Spur von Alkohol nachzuweisen.

[2]) M. Reeß, Botanische Untersuchungen über die Alkoholgährungspilze. Leipzig. 1870. pag. 52–53: „Nicht allein die Sporen der genannten Mucorformen entwickeln, in gährungsfähigen Lösungen versenkt, solche mit der Wirkung eines Alkoholferments begabte Sprossungsvegetationen. Die gleiche Wirkung zeigt unter entsprechender Formänderung seiner Verzweigungen jedes lebensfähige Myceliumstück des mucor mucedo und racemosus.“

[3]) Liebig, l. c. pag. 6. — Berthelot, l. c. pag. 655.

Ueber den Ursprung und die Vermehrung der Bacterien.

Von Dr. med. A. Polotebnow aus St. Petersburg.

I.

Historische Einleitung.

Das Genus Bacterium wurde zuerst von Ehrenberg im Jahre 1830 beschrieben. Die neu aufgestellte Gattung umschloß sieben Species.[1]) Nach Ehrenberg sind die Bacterien Thierchen, die zu den Phytozoen, zur Klasse Polygastrica Anentera, Familie Gymnica, Sectio Vibrionia zu zählen sind. Ehrenberg läßt die Vermehrung der Infuorien, denen er hermaphroditische Geschlechtsorgane zuschreibt, durch Eier zu Stande kommen.

Dujardin[2]) reihet zwar alle Vibrionen dem Thierreiche an; nichts destoweniger sagt er; „Vibrioniens constituent une famille à parte, dont on ne voit guèr le rapport avec les autres familles" .... und daß „Vibrioniens ne laissent distinguer aucune trace d'organisation interne.[3])

Perty[4]) zählt alle Vibrionen zu den „Phytozoidien." „Das vegetabilische und animale Leben" sagt Perty, „sind beide in den einfachen Wesen höchst flüchtig, ein kleiner Wechsel der Umstände macht das letztere in das erstere umschlagen; Bact. termo kommt bisweilen gar nicht zu animalischen Leben, sondern bleibt in vegetabilischen befangen ..... Man muß jedoch hier unter animalischen Leben nur ein, scheinbar willkürliche Bewegung äußerndes, unter vegetabilischen ein dieser beraubtes Leben verstehen." Perty läßt keine Vibrionen als solche in der Natur zu und läßt sie dagegen überall entstehen, wo stickstoffhaltige Substanzen in Fäulniß übergehen, aus Anfängen, welche verschwindend klein sind und erst bei einiger Ausbildung sichtbar werden ..... Bact. termo geht aus Moleculen hervor, die Anfangs wegen ihrer Kleinheit gar nicht oder nur momentan wahrnehmbar sind." Dessen ungeachtet hält Perty für glaubwürdig, daß die Vibrionen in manchen Fällen auch durch die Generatio spontanea entstehen. Bezüglich der inneren Organisation der Vibrionen schließt sich Perty der Meinung von O. F. Müller und Dajardin an. „Die Vibrionidia sind die einfachsten aller Phytozoidien; unsere Mikroskope lassen an ihnen weder eine nähere Organisation erkennen, noch ist es wahrscheinlich, daß eine solche überhaupt vorhanden sei."

Prof. F. Cohn[5]) zählt die Vibrionen dem Pflanzenreiche zu, und

---

1) Beiträge zur Kenntniß der Org. d. Infusor. 2c. Abhandl. der k. Akademie zu Berlin 1830; Infus. Thierchen als vollkommene Organismen. Leipzig 1838. In dieser Abhandlung hat Ehrenberg unter der Gattung Bacterium nur 3 Arten beschrieben.

2) Hist. nat. des Zoophytes, Infusoires, Paris 1841.

3) Ganz dieselbe Ansicht bezüglich der Vibrionen äußerte in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhundert's Otto Fried. Müller, welcher an Stabthierchen keine Organisation, keine Spur von Organen und kaum eine Spur von Leben erkannte. (Animalcula Jnfusoria etc. P. II.)

4) Zur Kennt. kl. Lebensformen 2c. Bern 1852.

5) Unters. über d. Entwicklungsgesch. der mikr. Algen und Pilze. Verh. d. kais. Leop. Car. Akad. der Natnrforsch., Breslau und Bonn 1854.

meint, daß „die in stehenden Infusionen überall gemeinen, für selbstständige Infusorien erklärten Körperchen des Bact. termo nur ein Entwicklungszustand einer Pflanze, namentlich die frei gewordenen, selbstbeweglichen (Schwärmzellen) einer, morphologisch mit Palmella und Tetraspora zunächst verwandten; durch Vorkommen und Mangel an Färbung in das Gebiet der Wasserpilze sich stellenden Form sind." Da nun nach den Beobachtungen Cohn's das Bact. termo in Gallert-Kugeln und Gallert-Trauben sich entwickelt, so sieht er sich veranlaßt, das Bact. termo mit einem besonderen Namen, „Zoogloea termo", zu bezeichnen. Hinsichtlich der Vibrionen gelangte Cohn zu keinen positiven Resultaten. „Die langen, sich nicht schlängelnden (V. bacillus etc.) reihen sich, nach Cohn, an die zarteren Formen von Beggiatoa (Oscillaria) an. Die kürzeren Vibrionen und Spirillen entsprechen zwar in Form und Bewegungsgesetzen den Oscillarien und Spirulinen, doch kann ich über ihre nähere Natur keine bestimmte Ansicht aussprechen."

Nägeli[1]) stellt aus Bacterium, Vibrium und Spirillum sammt Nosema, Umbina aceti, Hygrogrocis und Sarcinia eine Gruppe zusammen, welche er mit dem Namen „Schizomycetes" belegt. Diese Gruppe charakterisirt Nägeli folgendermaßen: „Ueber die Bedeutung der Gruppe Schizomycetes, ob es Pflanzen, Thiere, oder krankhafte thierische oder vegetabilische Elementartheile seien, darüber gibt die anatomische Structur keinen Aufschluß; daß es Pflanzen und keine Thiere sind, dafür liegen wenige Gründe vor."

Pasteur[2]) zählt die Bacterien zum Thierreiche. Ueber den Ursprung der Bacterien sagt Pasteur folgendes: „Cet infusoire (Bacterium) est si petit, qu' on ne saurait distinguer son germe et encore moins assigner la présence de ce germe, s'il était connu, parmi les corpuscules organisés de poussières en suspension dans l'air . . . Monades, Bacter. Vibrio — comment ces animalcules sont ils produits? Nous ne pouvons le dire, leur extrême petitesse le dérobant á toute espèce d'investigation."

DeBary[3]) sagt, daß die Schizomyzeten „morphologisch betrachtet, von den Pilzen auszuschließen und den Oscillarien an die Seite zu stellen sind, wenn auch ihr Vegetationsprozeß dem der Pilze gleich ist . . . . Hierher gehören die in Beziehung auf ihre Organisation noch höchst ungenügend bekannten, meist überaus kleinen Formen, welche mit den Gattungsnamen Vibrio, Bacterium, Zoogloea Cohn, Nosema Naeg, Sarcina u. s. w. bezeichnet, theilweise auch noch dem Thierreiche zugezählt werden."

Nach den Untersuchungen von Johanna Lüders'[4]) entwickeln sich die Vibrionen aus dem körnigen Inhalte verschiedener Pilzsporen und Mycelfäden oder im Innern dieser letzteren, oder aber in der Weise, daß die Körner des Inhaltes durch die Sporen und Zellfäden membran heraustreten (ohne dieselben zu zerreißen) und sich in Vibrionen verwandeln. Die auf diese Weise entstandenen Vibrionen können ihrerseits unter gewissen Bedingungen auch wieder in andere verschiedenartige Formen übergehen; so wird in gährenden Flüssigkeiten das Bacterium zur Hefe; an nassen Mauern und Felswänden entwickelt es sich zu Leptothrix oder zu einigen Arten der Gattung Palmella u. s. w." „Aus allen

[1]) Amtlicher Ber. über die 33. Vers. Deutsch. Naturforsch. ꝛc. Bonn 1859 p. 133.
[2]) Mém. sur les corpuscules organisés etc. Annales de Chimie et Physique III. Serie T. LXIV. p. 5—110.
[3]) Morphol. und Physiol. der Pilze und Myxom. Leipzig 1866 p. 3.
[4]) Bot. Zeitung Nro. 5 und 6, 1866; Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. III. 1867.

diesen Produkten, die sich aus Bacterien entwickeln können, entstehen, nach Lüders die Bacterien bei der nöthigen Feuchtigkeit alsbald wieder auf's Neue."

Nach Prof. Hoffmann[1]) „gehören (die Bacterien) nicht nur ihrem Baue, sondern auch ihrer Entwicklungsgeschichte nach, zu den einfachsten Organismen, oder sind es selbst." [2])

„Die Annahme, daß aus einem, (isolirten) punktförmigen oder kugelförmigen Körperchen durch Längenwachsthum ein Bacterienstäbchen werden könne, muß ich als unrichtig bezeichnen." [3]) Auf die Frage: „woher kommen die Bacterien?" antwortet Hoffmann folgendermaßen: „daß sämmtliche Formen der Bacterienreihe nie anders, als durch gleichartige Wesen erzeugt werden. [4])

Die nachfolgenden Beobachtungen und Versuche, welche ich im Laboratorium des Herrn Professor Dr. Wiesner am K. K. polytechn. Institute ausführte, bezwecken, die durch die vorhandenen einschlägigen Arbeiten durchaus nicht zum Abschlusse gebrachten Fragen über das Wesen, den Ursprung und die Vermehrung der Bacterien zu lösen, oder doch wenigstens neue Beobachtungen zur Lösung dieser wichtigen Frage beizubringen.

Ich erachte es bei diesem Anlasse als eine sehr angenehme Verpflichtung, dem Herrn Professor Dr. Wiesner meinen innigsten Dank zu erstatten für seine Rathschläge, welche mir bei Zustandebringung dieser Arbeit stets zur Seite gestanden.

II.

Bei Erforschung des Ursprungs und der Vermehrung der Bacterien ist von hoher Bedeutung die Frage über das Substrat oder Medium, mit welchem diese Versuche vorzunehmen sind. Bisher wurden fast alle Beobachtungen und Versuche mit Bacterien entweder an organischen Aufgüssen, bereitet aus Fleisch und andern vegetabilischen Stoffen, oder an Blut, Wein, Milch, Galle, Eiweiß und Eigelb vorgenommen, oder endlich es dienten verschiedene thierische und vegetabilische Stoffe (Fleisch, Kartoffeln u. dgl.) als festes Substrat bei Erforschung dieser Körper. Es unterliegt keinem Zweifel, daß viele von diesen Stoffen ein sehr gutes Material darbieten, in welchem sich die Bacterien schnell und in einer ungeheuren Menge vermehren; dort, wo es sich nur darum handelt, unter gewissen Bedingungen die Thatsache der Erscheinung oder der Abwesenheit der Bacterien zu constatiren (was übrigens auch bis jetzt den hauptsächlichen und wesentlichen Zweck aller Versuche und Beobachtungen der Heterogenisten und ihrer Gegner bildete), da können unstreitig alle diese Substrate ihre volle Anwendung finden. Wo aber die Untersuchung es sich zur Aufgabe macht, jene Elemente zu bestimmen, aus denen sich Bacterien entwickeln, so wie die Art und Weise der Entwicklung und Vermehrung dieser räthselhaften Wesen, da stößt man bei allen oben erwähnten Stoffen — als Substraten — auf bedeutende Hindernisse. Das wichtigste Hinderniß besteht schon darin, daß fast alle diese Stoffe, selbst in ihrer unveränderten Gestalt, eine ungeheure Menge

---

[1]) Botan. Zeitung 1869. Nro. 15—26. Leider konnte ich bei meiner Arbeit diese Abhandlung Hoffmanns nicht benutzen, die erschien, nachdem meine Untersuchungen schon abgeschlossen waren und die vorläufige Notiz der Hauptresultate dieser Untersuchung der Kais. Akademie der Wissenschaften (LIV. Bd. II. Abtheil. Aprilheft 1869) von Professor Wiesner bereits mitgetheilt worden war.

[2]) pag. 254.

[3]) pag. 257.

[4]) pag. 287.

moleculaler Körnchen enthalten, welche bei der mit der Vermehrung der Bacterien gewöhnlich gleichzeitig eintretenden Zersetzung sich noch bedeutender vermehren. Eben diese Masse Molecular-Theilchen macht es sehr schwierig, ja bisweilen ganz unmöglich, jene Elemente zu unterscheiden, welche den Anhaltspunkt für Entwicklung von Bacterien bilden. Ueberdies sind die meisten dieser Substrate trübe oder gefärbt, so daß sie es meist unmöglich machen, mit unbewaffnetem Auge alle Aenderungen zu verfolgen, welche in der zu beobachtenden Flüssigkeit vom Beginn bis zum Ende des Versuches vorgehen.

Auf diese Weise wäre also zur Erforschung des Ursprungs und der Vermehrung der Bacterien das geeignetste Mittel, nur eine ganz farblose und durchsichtige Flüssigkeit, welche frei ist von organischen Moleculen und die gleichzeitig ein mindestens eben so gutes Material für die Entwicklung und Vermehrung der Bacterien darbietet, wie die sonstigen organischen Aufgüsse. Allen diesen Bedingungen entspricht vollkommen eine Mischung saurer Reaction, die aus einer Rohrzuckerlösung, aus weinsteinsaurem Ammoniak, und einer Lösung von Hefenasche besteht. Diese Mischung ist es, welche Pasteur zuerst bei seinen Versuchen in Anwendung brachte, und welche ich auf Anrathen des Prof. Dr. Wiesner bei meinen Beobachtungen und Versuchen benutzte. [1]) Für meine Versuche wendete ich diese Flüssigkeit in frischem, d. i. unmittelbar vor jedem Versuche zubereiteten Zustande an. Bei Erzeugung der Mischung hielt ich mich nicht zu streng an die quantitative Zusammensetzung, da ich mich überzeugte, daß namhafte Mengenunterschiede in den Bestandtheilen der Mischung von keinem merklichen Einflusse auf das Resultat der Versuche sind.

Alle mikroskopischen Untersuchungen wurden mit Hartnack's Immersionssystem Nro. 9 und Oc. Nro. 2, 3 und 4 (einige aber mit Nro. 10 und ocular holestère Nro. 6) vorgenommen.

Wenn man eine gewöhnliche Reagenzröhre, mit Pasteur'scher Flüssigkeit gefüllt, bei gewöhnlicher Zimmertemparatur offen stehen läßt, so bemerkt man in der Regel schon nach einigen (12—18) Stunden an der Oberfläche der Flüssigkeit, insbesondere an den Wänden der Röhre, einen grauweißen Anflug, welcher in horizontaler Richtung allmälig zunehmend, nach 24—36 Stunden die ganze Oberfläche der Flüssigkeit bedeckt. Nach 1½—2 Tagen wird in der ganzen Röhre die Flüssigkeit trübe, mehr oder weniger undurchsichtig; hiebei verbreitet sich die Trübung stufenweise von oben nach unten. Gleichzeitig mit der Trübung der Flüssigkeit bilden sich auf der Oberfläche derselben schleimige Wölkchen, die nicht selten in feste Membranen übergehen, und nach Maßgabe der Zunahme ihres Umfanges und ihrer Festigkeit nach und nach in der Röhre zu Boden fallen. Die Bildung der Wölkchen und Membranen an der Oberfläche der Flüssigkeit kann sich mehrmals wiederholen, so daß im Laufe der Zeit (nach 4—5 Tagen) am Boden der Röhre sich aus denselben und Bacterien ein ziemlich umfangreicher Niederschlag bildet. Die Membranen werden

---

[1]) Schon Dujardin hat bei seinen Versuchen (l. c.) eine Mischung von „15 Grm. sucre de reglisse, 10 Grm. d'oxalate d'ammoniaque et 100 Grm. d'eau de pluie" angewendet. Pasteur änderte die Dosirung dieser Flüssigkeit ab, und fügte noch eine Lösung von Hefeasche bei. Die Zusammensetzung der Pasteur'schen Flüssigkeit ist folgende:

Destillirtes Wasser	100 Grm.
Candiszucker	10 „
Weinsaures Ammoniak	0·2—0·5
Hefenasche	0·1

In der weiteren Auseinandersetzung nenne ich diese Mischung der Kürze wegen „Pasteur'sche Flüssigkeit."

gewöhnlich so fest, daß man sie bei den mikroskopischen Untersuchungen mit Nadeln zerreißen muß. Endlich, nach 5—7 Tagen, nimmt die ganze Flüssigkeit die Gestalt eines ziemlich dicken Schleimes an, und zieht sich in Fäden, behält aber dabei ihre normale sauere Reaction bei. Dies sind nun die Erscheinungen, welche man bei derlei Versuchen mit unbewaffnetem Auge constant wahrnehmen kann. Zu den Nebenerscheinungen, die nur bei vereinzelnten Versuchen vorkommen, wäre die Bildung von Mycelium an der Oberfläche der Flüssigkeit zu zählen. In diesen Fällen erscheint das Mycelium sehr üppig, legt sich an die Wände der Röhre fest an, so zwar, daß zuweilen beim Umstürzen der Röhre die Flüssigkeit aus derselben nicht herausfließt. Es entwickeln sich schnell Fruchtpinsel, am häufigsten das Penicillium glaucum und das Aspergillus, seltener Botrytis.[1]) Mit der Bildung des Myceliums wird die Flüssigkeit nach und nach durchsichtiger; alles, was die Trübung verursachte, fällt allmählig in der Röhre zu Boden, jedoch gewinnt die Flüssigkeit niemals jene Durchsichtigkeit wieder, welche sie im frischen Zustande besaß.

Die mikroskopische Untersuchung der Flüssigkeit zu der Zeit, wo sie schon trübe und undurchsichtig geworden, ergibt folgende Resultate: 1) Eine unzählige Menge Bacterien, die meistens 1—4gliedrig sind, selten 5—7 und nur äußerst selten mehr als 7gliedrig sind, so zwar daß ihre Länge in der Regel zwischen 0·0020 und 0·0200 Millim. schwankt. 2) Eine ungeheure Menge Zellen in der Größe 0·0006 bis nahezu 0·0020 Millim., von ganz runder Form, ohne Spur eines körnigen Inhaltes; und endlich 3) Eine ununterbrochene Kette von Formen, welche den unmittelbaren und stufenweisen Uebergang von den eben erwähnten Zellen zu den Bacterien bilden. Dieser Uebergang geht in folgender Weise vor sich: 1) Die runde Zelle wird oval, elliptisch, hierauf wird sie mehr oder weniger länglich, und zuletzt nimmt sie die Gestalt eines einzelligen Stäbchens an, welches selten länger als 0·0020 Millim. ist. 2) Die ovale oder elliptische Zelle beginnt zuerst sich an einem von ihren Enden zu strecken, so daß die Zelle eine keil- oder kolbenförmige Gestalt, und falls sie etwas gebogen ist, die Form eines Commas annimmt. Der schmale Theil des kolbenförmigen Gebildes ist gewöhnlich von dem breiteren Theile durch eine Querwand getrennt. Hierauf beginnt auch das entgegengesetzte mehr rundliche Ende der Zelle sich zu strecken, indem es verschiedene Formen annimmt, wobei neue Querwände entstehen. Als Resultat aller dieser Wandlungen erscheint meistens ein mehrgliedriges (4—5) Stäbchen. Unter gewissen Bedingungen (von denen später die Rede sein wird) streckt sich die Zelle nicht gleichmäßig; in Folge dessen verbleibt dem (ein- oder mehrgliedrigen) Bacterium an einem der Enden, sehr selten an beiden, für immer eine mehr oder weniger bemerkbare Verdickung von sphärischer, elliptischer, mehr oder minder länglicher Form.[2]) 3) Viel seltener hat man Gelegenheit zu beob-

---

[1]) Bei Versuchen in Reagenzröhren habe ich die Entwicklung von Mycelium an der Oberfläche der Flüssigkeit nicht gar oft beobachtet, im Durchschnitt einmal auf achtzehn Versuche; dagegen bei Versuchen in Gefäßen mit weiter Oeffnung wurde diese Erscheinung häufiger beobachtet.

[2]) Einige von den hier beschriebenen Uebergangsformen wurden auch von anderen Forschern beobachtet. So schreibt z. B. Perty: „Einzelne Individuen (von Vibrionen) sind sphäroidisch oder ellipsoidisch." Cohn beobachtete äußerst kleine Körperchen von der Gestalt eines Comma's, zarte Strichelchen deren beide Enden etwas verdickt aussehen. Pasteur beobachtete auch Bacterien „caracterisées par une espèce de tête spherique à une extremité." Endlich beobachtete auch Hoffmann „kolbige oder auch mit einem schein-

achten, daß eine Zelle, indem sie fast vollkommen rund verbleibt, an einem von ihren Enden aus sich ein sehr dünnes, cylindrisches Anhängsel von verschiedener Länge entwickelt, das durch mehrere Querwände abgetheilt ist; hierbei erhält die Zelle eine der Stecknadel ähnliche Form. Jedoch beginnt im Laufe der Zeit das verdickte Ende sich auch zu strecken, und als Endresultat ergibt sich ein mehrgliedriges Bacterium, das zuweilen eine Länge von 0·0200 Millim. erreicht.

Die Bildung ein- oder mehrgliedriger Bacterien hängt, wie es scheint, einzig von der Größe der Zellen ab, aus welchen sie sich entwickeln. Mir wenigstens gelang es kein einziges Mal zu bemerken, daß die allerkleinsten Zellen (unter 0·0010 Millim.) in mehrgliedrige Bacterien übergehen. Die Dicke der Bacterien ist ebenso wohl von der Größe der Zellen, aus denen sie sich entwickeln, als auch von dem Umstande abhängig, in welcher Weise sich die Zelle streckt. Je länger sich eine Zelle streckt, desto dünner wird das sich aus derselben bildende Bacterium. Allem Anscheine nach hängt von denselben Umständen auch die Länge der einzelnen Glieder der mehrgliedrigen Bacterien ab.

Bei Untersuchung der Membranen, welche sich zu allerst bilden, ergibt sich, daß sie fast ausschließlich aus vollkommen entwickelten Bacterien bestehen, die untereinander durch eine ziemlich feste amorphe Zwischensubstanz verbunden sind. Bisweilen findet man darunter auch eine vereinzelnte Hefezelle oder Pilzspore, von welchen die Letzteren in der Regel kein körniges Protoplasma besitzen. In den sich später bildenden Membranen findet man außer den Bacterien eine größere oder geringere Menge der oben beschriebenen Zellen, mit allen Uebergangsformen zu den Bacterien. In den schleimigen Wölkchen werden constant Bacterien und kleine Zellen beobachtet; aber sehr häufig besteht der vorwaltende Bestandtheil dieser Wölkchen aus den oben beschriebenen Uebergangsformen von Zellen zu Bacterien.

Wenn man die Flüssigkeit zwischem dem siebenten bis zehnten Tage von Beginn des Versuches (zuweilen auch früher) untersucht, so bemerkt man in derselben eine ziemlich große Anzahl neuer Bildungen, welche in den ersten Tagen des Versuches nur sehr selten, oder auch gar nicht wahrgenommen werden; dies sind Ketten von 0·0160—0·0309 Millim. Länge, welche aus vollkommenen runden oder schwach ovalen Zellen bestehen. Diese Zellen unterscheiden sich weder in Bezug auf Form, noch Größe von den oben beschriebenen Zellen, welche unmittelbar in Bacterien übergehen. Es ist offenbar, daß diese Ketten sich aus eben denselben Zellen bilden, und in Bezug auf Bildungsweise den Conidien-Ketten der Pilze entsprechen. [1])

Schon aus diesen angeführten Thatsachen geht mit Wahrscheinlichkeit hervor, daß sich die Bacterien unmittelbar aus Zellen von äußerst geringer Größe bilden, was weiter unten in weit strengerer Weise noch nachgewiesen werden wird.

Welcher Art sind nun die Zellen, aus welchen Bacterien hervorgehen?

Die Untersuchung des Niederschlags, welcher sich bei dieser Art Versuchen am Boden der Reagenzröhre bildet, eröffnet den Weg zur Lösung dieser Fragen. In einer Reihe von Versuchen ergab sich am Boden der Röhre ein Niederschlag von 1/2 Centim. Höhe, welcher aus Bacterien, sehr kleinen Zellen und

baren Köpfchen versehene Bacterien." (l. c. p. 255.) Aber das Zustandekommen und die Bedeutung dieser Formen ist den erwähnten Forschern unbekannt geblieben.

[1]) Prof. Hoffmann (l. c. p. 259.) zählt diese Körper zu Monas crepusculum Ehrb.

insbesondere einer Masse Hefezellen bestand. Das Vorhandensein von Hefezellen im Niederschlage weiset auf die Theorie Hallier's und Lüders', hin. (l. c.) Nach dieser Theorie mußte man alle oben beschriebenen Erscheinungen auf folgende Weise erklären.

In die offene, mit Pasteur'scher Flüssigkeit gefüllte Röhre fallen aus der Luft einige Hefezellen und Pilzsporen hinein, und dieß genügt, um alle diese Erscheinungen hervor zu rufen, und zwar entläßt eine Hefezelle oder Pilzspore, so bald sie in die Flüssigkeit hineinfällt, schnell aus ihrem Inneren „Schwärmer — Micrococcus" — d. i. Zellen von minutiöser Größe, welche in Bacterien (Lüders) und in Hefezellen (Hallier) übergehen. Diese Theorie schien mir eine Zeit lang umsomehr glaubwürdig zu sein, als im Verlaufe von drei Monaten (November, Dezember 1868, Jänner 1869), innerhalb welcher Zeit mehr als zwanzig Versuche von mir angestellt wurden, das Vorhandensein von Hefe im Niederschlage eine constante Erscheinung war. Nichts destoweniger haben die weiteren Beobachtungen und Versuche gezeigt, daß das Vorhandensein von Hefe im Niederschlage eine ganz zufällige Erscheinung war, welche in keinem Zusammenhange mit der Entwicklung von Bacterien oder der Entstehung von Zellen, aus denen Bacterien hervorgehen, steht. Zu jener Zeit, sowie während der Reihe von Versuchen, welche im November, Dezember und Jänner angestellt wurden, war das Vorhandensein von Hefezellen im Niederschlage eine beständige Erscheinung; vom Februar an aber begannen Versuche, bei denen weder in der Flüssigkeit noch im Niederschlage irgend eine Hefezelle vorhanden war. [1]) Im März, April und Mai wurde diese letzte Erscheinung zu einer fast beständigen, so daß das Vorhandensein von Hefezellen im Niederschlage nur mehr eine seltene Ausnahme bildete. [2])

Wenn keine Hefezellen im Niederschlage vorkommen, so ist letzterer in der Regel von geringem Umfange und besteht aus Bacterien, aus einer größeren oder geringeren Menge der oben beschriebenen Membranen und molekulärer Körnchen. Die Zellen im Niederschlag erscheinen größtentheils mit Sprossungen.

Jedoch außer diesen, so zu sagen natürlichen Versuchen, welche nachweisen, daß zwischen den kleinsten Zellen und den aus ihnen sich entwickelnden Bacterien einerseits und den Hefezellen andrerseits kein nothwendiger genetischer Zusammenhang besteht, haben fortdauernde und sehr sorgfältige, directe mikroskopische Beobachtungen an Hefezellen und kleinsten Zellen, welche in einem Tropfen Zuckerlösung oder der Pasteur'schen Flüssigkeit vorgenommen wurden, mich bewogen, mich gegen die Theorie Hallier-Lüders in bestimmtester Weise auszusprechen.

Ich habe viele mikroskopische Objekte unterm Mikroskop ununterbrochen mehrere Stunden lang beobachtet, hierauf eine Zeichnung des Gesichtsfeldes

---

[1]) Es ist selbstverständlich, daß die einen wie die anderen Versuche unter übrigens gleichen Umständen vorgenommen wurden.

[2]) Diese dem Anscheine nach sonderbare Erscheinung findet eine vollkommen genügende Erklärung in dem Umstande, daß im Laufe des November, Dezember 1868 und Jänner 1869 in dem Laboratorium des Herrn Prof. Dr. Wiesner sehr viele Untersuchungen mit Hefe vorgenommen wurden. Preßhefe war zur Trocknung an der Luft belassen, sie trocknete im Luftbade aus, wurde unter der Glocke einer Luftpumpe evacuirt, den Apfelsinen, Citronen, Goldrüben, Weintrauben eingeimpft, sie wurde beobachtet in Mischungen mit Pasteur's Flüssigkeit, mit Zuckerlösungen, mit Milch u. s. w. Es ist ganz natürlich, daß zu dieser Zeit in der Luft des Laboratoriums eine bedeutende Menge Hefezellen enthalten waren. Von Februar an wurden mit der Hefe nur sehr wenige Untersuchungen vorgenommen, und im März hörten dieselben ganz auf.

angefertigt und das Präparat bis zum nächsten Tag belassen. Auf diese Weise wurde eine ganze Gruppe von Hefezellen drei Tage und auch länger beobachtet, aber kein einziges Mal habe ich wahrgenommen, daß die Zelle aus ihrem Innern Schwärmer — Micrococcus — von sich geben. Es ist wahr, bei Untersuchung von Hefezellen findet man zuweilen Zellen mit zerrissenen Membranen, wobei aus der Höhlung der Zelle ein körniger Inhalt hervordringt; niemals habe ich jedoch beobachtet, daß aus diesen Körnchen Bacterien, Hefezellen 2c. hervorgehen. Endlich können folgende Versuche noch auffälliger die ganze Unrichtigkeit der Mikrokokkostheorie nachweisen.

Die Pasteur'sche Flüssigkeit siedete in einer Reagenzröhre fünf Minuten lang und wurde nach Aufhören des Siedens augenblicklich mit Watte fest verstopft, welche früher in einem Luftbade auf eine Temperatur von 200° C. gebracht wurde. Nach Abkühlung der Flüssigkeit wurden in dieselbe zwei Tropfen aus einer andern Röhre gegeben, welche letztere ebenfalls mit Pasteur'scher Flüssigkeit gefüllt war und früher einige Tage lang offen gestanden hatte, so daß sie eine unzählige Menge von Bacterien und kleinsten Zellen enthielt, aus denen sich erstere entwickeln. Nach Beigabe der Tropfen wurde die Röhre abermals mit Watte verschlossen. Wenn nun die beigegebenen Tropfen auch nur eine ganz unbedeutende Anzahl (3—5) Hefezellen in sich enthielten, so fand man schon nach einem Tage in der Flüssigkeit, zugleich neben Bacterien und den sie bildenden Zellen, auch eine große Menge Hefezellen, welche nach 2 bis 3 Tagen einen voluminösen Niederschlag am Boden der Röhre bildeten. Fand sich dagegen in den beigegebenen Tropfen keine einzige Hefezelle, so war auch in der Flüssigkeit keine einzige Hefezelle zu bemerken, wenn die Flüssigkeit auch noch so lange Zeit beobachtet wurde.

Auf diese Weise folgt aus den angeführten Beobachtungen und Versuchen: 1. daß die Zellen, aus denen sich Bacterien entwickeln, in keinem genetischen Zusammenhange mit den Hefezellen stehen. 2. Daß diese Zellen die Fähigkeit besitzen, nur in Bacterien überzugehen und 3. daß sowohl die Zellen selbst, als auch die aus ihnen entstandenen Bacterien unfähig sind, in irgend welche höhere Entwicklungsformen überzugehen. [1])

III.

Die Beobachtungen und Versuche mit Sporen von Penicillium glaucum haben folgende Resultate gegeben:

Es wurden frische Penicilliumsporen in eine vorher stark erhitzte Reagenzröhre gegeben, welche zur Hälfte mit gekochter Pasteur'scher Flüssigkeit gefüllt war. Nach Beigabe der Sporen, welche selbstverständlich nach unter Watteverschluß vor sich gegangener Abkühlung der Flüssigkeit erfolgte, wurde die Röhre mit durchhitzter Watte verpfropft. Nach einem Tage entwickelt sich in solchen Fällen an der Oberfläche der Flüssigkeit ein üppiges Mycelium, welches schnell Fruchtpinsel entwickelt. Die Flüssigkeit bleibt bei diesen Versuchen immer ganz durchsichtig; in der Regel ist in derselben kein einziges Bacterium enthalten. Aber ganz andere Resultate erhält man, wenn die beigegebenen Sporen sich in der Flüssigkeit selbst, und nicht an ihrer Oberfläche, wie bei den vorhergehenden Versuchen befinden. Zu diesem Zwecke wurde die Röhre, in welche

[1]) Der Micrococcus-Theorie, nach welcher der mystische Microc. alle nur möglichen Formen annehmen kann ist es zu verdanken, daß man die Wissenschaft mit vielen neuen Pilzspecies, wie bekannt, zu bereichern strebte, wie z. B. „Coniothecium syphiliticum und gonorrhoicum; Tilletia scarlatinosa“ u. s. w.

man die Sporen gegeben, mit Pasteur'scher Flüssigkeit fast bis an den Rand gefüllt und hierauf mit einem gewöhnlichen Pfropf verschlossen, wobei zwischen der Oberfläche der Flüssigkeit und dem Propf immer eine bald größere, bald kleinere Luftblase verblieb. Die ganze äußere Oberfläche des Propfes und der Rand der Röhre wurden mit Asphaltlack verklebt, und die Röhre bei gewöhnlicher Zimmertemperatur stehen gelassen. Nach 16—18 Stunden wird die ganze Flüssigkeit trübe und endlich völlig undurchsichtig. Nach zwei Tagen bemerkt man eine Gasentwicklung aus der Flüssigkeit, wodurch der Pfropf allmählig aus der Röhre heraus gestoßen wird. Auf der Oberfläche der Flüssigkeit entwickelt sich gewöhnlich Mycelium, dessen Größe von der Größe der Luftblase abhängig ist. Wenn die Luftblase die Oberfläche der Flüssigkeit einnimmt, und die Wände der Röhre berührt, so nimmt auch das Mycelium die ganze Oberfläche der Flüssigkeit ein und klebt fest an den Wänden der Röhre. In solchen Fällen entwickelt das Mycelium schnell die Fruchtpinsel. Ist aber die Luftblase zwischen dem Pfropf und Flüssigkeit so klein, daß sie nur den Mitteltheil der Röhre einnimmt, ohne die Wände zu berühren, so hat auch das in solchen Fällen sich entwickelnde Mycelium eine dem entsprechende Größe und entwickelt nie Fruchtpinsel. Die mikroskopische Untersuchung der Flüssigkeit ergibt dann folgende Resultate: Die Flüssigkeit enthält in sich eine unzählige Menge Bacterien von verschiedener Länge, nämlich von 0·0020—0·1235 Millim. Die langen, vielgliedrigen Bacterien sind von der verschiedensten Gestalt, und zwar erscheinen sie in Formen von verschiedenartigen krummen und gebrochenen Linien, die unter den mannigfaltigsten bald spitzigen, bald stumpfen Winkeln gebogen sind. Außerdem findet man bisweilen Bacterien mit Verzweigungen; hierbei sind die secundären und tertiären Zweige manchmal dünner als der primäre Stamm, von dem sie ausgehen.

Inmitten dieser Masse von Körpern verschiedener Länge, Dicke und Richtungsform findet man typische Repräsentanten aller drei Gattungen (Bacterium, Vibrio und Spirillum) mit 15 Species, welche nach Dujardin die ganze Familie der Vibrionen constituiren. [1])

Diese Klassifikation gründet sich insbesondere auf die Verschiedenheit der Richtungsverhältnisse, so wie auf die Dicke und Länge der einzelnen Formen. Jedoch besitzen in der Wirklichkeit diese Eigenschaften keine Beständigkeit, noch Regel, und sind derart mannigfaltig, daß es nicht möglich wäre, sie selbst in hundert Species unterzubringen. Andererseits gibt es in der Reihe dieser verschiedenartigen Formen auch vermittelnde Glieder, und zwar in der Weise, daß zwischen einer in ein Bacterium übergehenden Zelle, von 0·0010 Millim. Größe und zwischen einem Bacterium von 0·1236 Millim. Länge in der Regel eine fast ununterbrochene Kette von Formen besteht, welche diese äußersten zwei Formen unmittelbar miteinander verbindet. Offenbar jedoch ist das einzige Faktum, daß „Bacterienformen von auffallend verschiedener Größe miteinander durch Uebergänge verbunden sind" (Hoffmann), noch nicht hinreichend,

[1]) Während der ganzen Zeit meiner Untersuchungen ist mir kein einziges Mal das „Spirillum plicatile" Dujardin's vorgekommen. Nach der Zeichnung zu urtheilen, scheint diese Form Spirillum sich von feinen Gefäßverdickungen einiger höheren Pflanzen durch nichts zu unterscheiden. Da viele Versuche Dujardins mit vegetabilischen Aufgüssen vorgenommen wurden, so gewinnt die Vermuthung des Prof. Wiesner, daß „das Spirillum plicatile nichts anderes als eine zarte spiralige Gefäßverdickung sei", um so mehr Wahrscheinlichkeit, als diese Form Spirillum bei keinem von jenen Autoren vorkommt, welche ihre Beobachtungen an Aufgüssen thierischer Stoffe angestellt haben.

um ohne Weiteres zwischen allen diesen Körpern einen genetischen Zusammenhang zu beweisen. Die Annahme eines solchen Zusammenhanges konnte man nur in dem Falle zulassen, wenn es erwiesen wäre, daß alle diese Körper, so mannigfaltig sie auch an Länge, Dicke und Form sind, dennoch eine und dieselbe gemeinschaftliche Ursprungsquelle haben. In den angeführten Versuchen kann dieses Faktum keinem Zweifel unterliegen, indem alle diese Organismen sich beim ausschließlichen Vorhandensein von Penicilliumsporen entwickeln.

Aber auf welche Weise gehen die Penicilliumsporen in Bacterien über? Wenn man nun die Flüssigkeit, welcher nur Penicilliumsporen beigegeben wurden, untersucht, so findet man darin zugleich mit den oben beschriebenen Bacterien-Formen auch jene kleinsten, unmittelbar in Bacterien übergehenden Zellen, welche in den vorhergehenden Versuchen beschrieben wurden. Gleichzeitig mit diesen kleinsten Zellen finden wir aber auch eine große Menge vollkommen normaler Penicillium-Sporen, die gar keine Spur von körnigem Protoplasma besitzen. Manche dieser Sporen bemerkt man mit einer oder manchmal auch mit zwei Sprossungen, welche sich dem Anscheine nach durch nichts von den unmittelbar in Bacterien übergehenden kleinsten Zellen unterscheiden. Dieses Faktum läßt die Voraussetzung zu, daß die kleinsten Zellen sich nur mittelst Sprossungen aus den Penicilliumsporen entwickeln. Die direkte Beobachtung der Penicilliumsporen unter dem Mikroskope in einem gut mit Asphaltlack verschlossenen Präparate, — mit einem Tropfen Pasteur'scher Flüssigkeit — rechtfertigt vollständig eine solche Voraussetzung. Denn in diesen Fällen, wird nach 18 bis 24 Stunden in dem verklebten Präparate, in welches man nur Penicillium-Sporen hineingegeben, gleichzeitig mit den unveränderten Sporen, auch eine größere oder geringere Menge von kleinsten Zellen wahrgenommen. Ist nun dabei die Schichte der im Präparate eingeschlossenen Flüssigkeit von solcher Dicke, daß man mit Schärfe auf die obere und untere Grenze der Schichte einstellen kann, so häufen sich die kleinsten Zellen vorzugsweise an der oberen Grenzfläche an, wo sie auch unmittelbar in eingliedrige Bacterien übergehen. An diesen Bacterien bemerkt man sehr oft an dem einen Ende der Zelle von runder, ovaler oder länglicher Form, zuweilen eine bloße Verdickung. Ist aber die Schichte der Flüssigkeit im verschlossenen Präparate so dünn, daß sich auf die beiden Grenzen der Flüssigkeit nicht scharf einstellen läßt, so bleiben die kleinsten Zellen gewöhnlich in ihrer Form unverändert, aber sie entwickeln aus sich Sprossungen von unmeßbarer Feinheit in Form eines mehr oder weniger langen Fadens. Zuweilen wachsen aus einer und derselben Zelle an verschiedenen Stellen bis fünf solcher Fäden von ungleicher Dicke hervor. Die Mehrzahl der Penicilliumsporen bleibt unverändert, und nur einige von ihnen bemerkt man auch hier im unmittelbaren Zusammenhange mit den kleinsten Zellen, d. i. mit Sprossungen, wovon einige gleich den mit den Penicilliumsporen nicht im Zusammenhang stehenden, die eben erwähnten Fäden aus sich entwickeln. Ob diese Fäden auch Quertheilungen besitzen, das läßt sich bei ihrer ungewöhnlichen Feinheit (man sieht sie deutlich mit Syst. Nr. 10 und Ocul. holost. Nr. 6) mit Bestimmtheit nicht angeben. Bei diesen Versuchen war im verklebten Präparate keine Spur von Luftbläschen zu bemerken. Auch hatte ich bei dieser Art von Versuchen kein einziges Mal Gelegenheit zu beobachten, daß sich in den Pencilliumsporen körniges Portoplasma entwickelte. Hat man aber in das Präparat eine Penicilliumspore mit körnigem Portoplasma hineingegeben, so ist mir auch in diesen Fällen niemals gelungen, zu beobachten (sowohl in verklebten, als in unverklebten Präparaten), daß die Membran einer solchen Zelle

willkürlich reißt, und daß der körnige Inhalt einer solchen Zelle in das sie umgebende Medium heraustritt.

Wir haben bisher gesehen, daß aus den kleinsten Zellen sich Bacterien von höchst unbedeutender Länge entwickeln; auf welche Weise läßt sich nun die Entstehung der Bacterien von mehr als 0·1030 Millim. Länge erklären? Am einfachsten wäre es, dem Anscheine nach anzunehmen, was auch Perty gethan hat, daß das eingliedrige Bacterium „durch Ansetzen immer neuer Glieder" die allergrößte Länge erreichen kann, wie sie nur bei Vibrionen vorkommt.

Aber einer solchen Annahme stehen Thatsachen entgegen. Wenn die Annahme Perty's (welche auch von Hoffmann getheilt wird), daß „die Grundform aller Vibrionen das Bacterium termo Duj. ist", richtig wäre, so mußte man erwarten, daß in jenen Fällen, in welchen man das Bacterium termo findet, zugleich mit ihm auch sogenannte Vibrionen von der mannigfaltigsten Länge, Dicke und den verschiedensten Richtungsverhältnissen vorkommen müßten, gerade so, wie dies bei Versuchen mit Penicilliumsporen gefunden wurde. Jedoch sprechen die vorhergehenden Versuche für das ganz Entgegengesetzte. Denn nicht nur in mit Watte verschlossenen Röhren, (in welche zwei Tropfen mit Bacterien und den sie erzeugenden kleinsten Zellen hineingegeben wurden), sondern auch in offenstehenden Röhren, übersteigen die allerlängsten Bacterien sehr selten die Länge von 0·0200 Millim. Es ist offenbar, daß die langen Bacterien sich aus Penicilliumsporen auf andere Weise als die kurzen Bacterien entwickeln. Und in der That, eine weitere Erforschung der Flüssigkeit gibt Folgendes:

Zugleich mit den oben beschriebenen Körpern schwimmen in der Flüssigkeit auch noch andere Flocken, in der Größe von einem Stecknadelknopf bis zu der einer Erbse. Die mikroskopische Untersuchung weiset nach, daß diese Flocken aus ungemein feinen Mycelfäden (Wassermycelium) bestehen, welche ein sehr zartes körniges Protoplasma und Vacuolen enthalten; die Dicke dieser Mycelfäden beträgt zuweilen kaum 0·0020 Millim. Manche von diesen Mycelfäden haben Verzweigungen von unmeßbarer Feinheit, welche weder körniges Protoplasma noch Vacuolen führen, daher kurz gesagt, sich durch gar nichts von den rings um sie befindlichen langen Bacterien unterscheiden. Nicht selten sind Aestchen, welche alle Eigenschaften der Bacterien besitzen, ihrestheils auch verzweigt, wobei die secundären Zweige oft feiner als die primären sind; ganz so wie bei den oben erwähnten Bacterien mit Verzweigungen. Außerdem endlich wachsen die langen Bacterien unmittelbar aus den Penicilliumsporen hervor, wobei die Sporen eine vollkommen normale Größe haben und von ovaler oder elliptischer Form sind, es ereignet sich auch manchmal, daß Bacterien aus zwei entgegengesetzten Enden einer und derselben Zelle hervorwachsen. Zuweilen sieht man im Innern dieser Sporenzellen zwei oder drei Protoplasmakörnchen. Die auf diese zweifache Weise sich entwickelnden Bacterien erreichen zuweilen eine Länge von mehr als 0·1236 Millim. und zeigen die mannigfaltigsten Richtungsverhältnisse; ihre Dicke erstreckt sich von 0·0010 Millim. bis zu solchen Dimensionen, welche selbst eine annähernd richtige Messung nicht zulassen. Es ist selbstverständlich, daß kurze Bruchstücke der langen Bacterien kein einziges morphologisches Merkmal darbieten, wonach man sie von den aus kleinsten Zellen entstandenen Bacterien unterscheiden könnte.

Ein noch wesentlicherer Unterschied zwischen den kurzen und langen Bacterien besteht in einer ihre Vermehrung begleitenden Erscheinung, welche bei der Entwicklung der ersteren stets vorhanden ist, und bei der Entwicklung der letz-

teren stets mangelt. Bei der Vermehrung der kleinsten Zellen und ihrem Uebergange in Bacterien wird nämlich immer eine schleimige Substanz abgesondert, welche hauptsächlich die Trübung und Undurchsichtigkeit jenes Mediums verursacht, in welchem diese Vermehrug vor sich geht; während bei der Entwicklung der langen Bacterien das Medium (wie dies ein folgender Versuch zeigen wird) vollkommen durchsichtig bleibt.

Auf diese Weise haben wir Schritt für Schritt die Entwicklung jener Körper verfolgt, welche nach ihrem Ursprung und ihren Entwicklungsweisen nichts anderes vorstellen, als Mycelien von Penicillium und wahrscheinlich noch anderen Pilzen. Zugleich haben wir gesehen, daß dieses Mycelium alle morphologischen Eigenschaften der ganzen Familie „Vibrionia" besitzt; wenigstens ist es ganz unmöglich, irgend einen Unterschied zwischen beiden wahrzunehmen.

Aber offenbar ist die nur morphologische Identität allein noch nicht ganz hinreichend, um ohne Weiteres die „Vibrionia" für Mycelien von Penicillium anzunehmen. Zur Annahme einer solchen Identität ist es nothwendig nachzuweisen, daß die Bacterien sich aus Penicilliumsporen unter dem Einflusse aller jener äußeren Umstände entwickeln können, unter welche die Vermehrung und Entstehung dieser Körper von anderen Forschern beobachtet wurde. Unter allen Einflüssen, bei welchen bisher Vermehrung der Bacterien beobachtet wurde, nimmt unstreitig die Temperatur den ersten und wichtigsten Platz ein.

IV.

Es wurde, wie bekannt, durch sehr genaue Versuche nachgewiesen, daß Fleisch oder Eigelb mit Wasser bei 100 ° C. abgekocht und unter Baumwolle geschützt, in der Regel in Fäulniß übergehen, und unter dem Mikroskope untersucht, mit Myriaden eigenthümlicher Vibrionen, oft von ungewöhnlicher Länge, (mehr als ein Millimeter) durchsetzt sind. [1]) Milch, in einem Kolben einige Zeit gekocht, gerinnt und fault unter Baumwolle (oder nach Pasteur „exposés au contact de l'air qui à subi la temperature rouge") in der Regel eben so schnell als an offener Luft. Dabei entwickeln sich in der Milch Bacterium und Vibrio, „nur tritt keine Schimmelbildung ein" [2]) „aucune Mucedinée (d. i. Mycelium) aucune Torulacée, aucun ferment vegetal" [3]). Dieser letztere Umstand, (Abwesenheit vegetabilischer Organismen und Vorhandensein von Bacterien in gekochten Flüssigkeiten) gab Pasteur (später auch Hoffmann) den Anlaß, nachstehende Folgerungen zu ziehen (selbe werden auch durch andere sehr wichtige Versuche bestätigt, die ich aber hier nicht näher anführe): „Germes des Mucedinées, Torulacées et ferments végetals ne peuvent resister à 100 ° C. au sein de l'eau"; dagegen „germes des Jnfusoires corps reproducteurs de mikrozoaires, (d. i. Vibrioniens) peuvent resister à la temperature humide de 100 °C. lorsque le liquide où on les chauffe jouit de certaines proprietés" (neutrale oder schwach alkalische Reaction). [4]) Diese Folgerungen stießen auf sehr heftigen Widerspruch von Seite der Anhänger der Urzeugungstheorie, — auf einen Widerspruch, auf welchen weder Pasteur, noch seine zahlreichen

---

[1]) Schröder, Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. CXVII. 3. Heft 1861.
[2]) Schröder, Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. CIX. Heft 1. 1859.
[3]) Pasteur. l. c. p. 60.
[4]) Pasteur, l. c. p. 60.
Hoffmann, Mycolog. Ber. Bot. Ztg. 1863, Nro. 38 Seite 283.

Nachfolger bisher im Stande waren, genügende Antwort zu geben. Die Heterogenisten halten die Behauptungen Pasteur's für eine durch nichts erwiesene Hypothese, weil bisher noch Niemand bewiesen hat, daß es eine vegetabilische oder thierische Zelle, einen vegetabilischen oder thierischen Organismus gäbe, welcher die feuchte Temperatur von 100° C. zu überleben fähig wäre. „Tous les Physiologistes sont unaniment d'accord sur ce point, c'est qu'aucun oeuf, aucun animal, aucune plante ne résiste à la temperature humide de 100° C." [1]) In der That alle bisherigen Erforschungen und Beobachtungen in dieser Richtung sprechen gegen die Theorie Pasteur's: Ehrenberg [2]) fand in heißen Quellen auf Ischia lebende Pflanzen (Eunotien und grüne Oscillarien) und Thiere (vier Arten Räderthiere, Infusorien der Gattung Nassula, Euchelis und Amphilepsus) bei 81—85° C. Dies ist die höchste mir bekannte Temperatur, bei welcher lebende Organismen beobachtet wurden. Schwabe hat im Karlsbader Sprudel lebende Oscillarien bei 72—73° C. (58—59° R.) beobachtet. Jedoch kommt, nach Cohn's Beobachtungen [3]) im Karlsbader Sprudel bei Temperaturen über 53° C. (43° R.) keine Algen-Vegetation mehr fort. Die Forschungen Max Schulze's [4]) aber, widersprechen den Beobachtungen sowohl Ehrenberg's als auch Cohn's. „Nach meinen Beobachtungen", sagt Schulze, „stirbt das Protoplasma der untersuchten Pflanzenzellen unter Gerinnungserscheinungen bei 47—48° C. unfehlbar ab. Thierisches Leben erhält sich in Wasser von 45° C. nur noch sehr spärlich .... Wir sind berechtigt, hienach vorauszusetzen, daß thierisches und pflanzliches Leben über circa 45° C. sich dauernd nicht erhalten werde." [5])

Hinsichtlich des Einflusses der Temperatur auf Penicilliumsporen sind folgende Beobachtungen bekannt. Pouchet hat über einer Lampe Penicillium-Sporen in einer Röhre mit zwei CC. Wasser eine Viertelstunde lang gekocht. Gleich nach Aufhören des Kochens ergab die mikroskopische Untersuchung que les spores de ce Penic. étaient deformés, ils avaient perdu un peu de leur sphéricité, et leur volume était presque doublé. [6]) Aus diesem Versuche folgerte Pouchet, daß die Sporen, dem Kochen mit Wasser eine Viertelstunde ausgesetzt, zur Entwicklung unfähig werden. Nach Schmitz ertragen die Sporen von Penic. glauc. im Wasser eine Erwärmung auf höchstens 61° C. [7])

Endlich nach Hoffmann [8]) sterben die Penicilliumsporen zwischen 76 bis 83° C. ab. Pasteur hielt die Penicillium-Sporen für getödtet, wenn sie ein vollkommen normales Mycelium nicht entwickelten, „plante tout pareille à plante mère". [9]) Dieselbe Erscheinung diente auch für Hoffmann (wahr-

---

1) Pouchet, Compt. rend. 1860, pag. 1017.
2) Monatsber. der Akad. zu Berlin 1859. p. 493.
3) Abhdl. der Schles. Ges. f. vat. Kult. 1862. 2. Heft.
4) Protoplasma der Rhizop. und Pflanzenzellen, Leipzig 1863.
5) p. 49. Solchen einander widersprechenden Thatsachen spricht Prof. Nägeli über die Generatia spontanea folgende Meinung aus: „es lassen alle bis jetzt bekannter Beobachtungen und Experimente eine doppelte Erklärung zu, sie gestatten sowohl die Keimtheorie als die Urzeugungstheorie, sie schließen keine aus .... Die Frage der Generatio spontanea ist nicht, wie man fast allgemein annimmt, entschieden, und daß es ferner auf anderer Basis angestellter Versuche bedarf, um die Frage ihrer Lösung näher zu bringen." Entst. und Begr. der Nat. hist. Art. 2. Auflage. München 1865 p. 45—46.
6) Compt. rend. 1858. S. XLVII. p. 981.
7) De Bary l. c. S. 210.
8) Botan. Zitung. 1869 Nr. 18, Seite 282.
9) l. c. p. 18.

scheinlich auch für Schmitz, dessen Originalarbeit ich nicht in Händen hatte) als Maßstab zur Bestimmung des Lebens der Sporen.

Allein die Pencilliumsporen, indem sie bei einer gewissen Temperatur zur Entwicklung eines normalen Mycelium unfähig werden, verlieren nicht sogleich, wie nachstehende Versuche zeigen werden, die Fähigkeit in andere Entwicklungsformen überzugehen.

Experimente mit Erwärmung der Penicilliumsporen habe ich in folgender Weise vorgenommen: Ein Reagenzröhrchen wurde zur Hälfte, oder etwas darüber, mit Pasteur'scher Flüssigkeit gefüllt, und in dieselbe frische Penicilliumsporen hineingegeben. Nach Beigabe der Sporen wurde die Röhre mit durchhitzter Watte fest verschlossen und in ein Wasserbad gestellt, worin sie eine bestimmte Zeit hindurch bei bestimmter Temperatur erwärmt wurde. Gleichzeitig mit dieser Röhre stellte ich in das Wasserbad eine andere mit Wasser gefüllte Röhre; in diese letztere wurde ein Thermometer gestellt, welches zur Bestimmung der Temperatur diente.

Die mit Pasteur'scher Flüssigkeit durch 15 Minuten bei 50° C. erwärmten Penicilliumsporen entwickelten am 4. Tage auf der Oberfläche der Flüssigkeit ein vollkommen normales und sehr üppiges Mycelium mit Fruchtpinsel. Die Flüssigkeit blieb ganz durchsichtig und enthielt keine Bacterien.

Wenn man die Sporen 15 Minuten lang bei 60° C. erwärmt, so bemerkt man während 8 Tagen in der Flüssigkeit nicht die mindeste Veränderung; die Sporen schwimmen an der Oberfläche der Flüssigkeit. Nach zehn Tagen schwimmt inmitten der Flüssigkeit ein äußerst zartes Pilzmycelium, welches sich am zwölften Tage zu Boden senkt. Dabei ist in der Flüssigkeit nicht die geringste Trübung zu bemerken. Bei der mikroskopischen Untersuchung der Flüssigkeit bemerkte man darin sehr viele Bacterien von verschiedener Länge und Form. Viele von diesen Bacterien hatten an einem Ende eine Zelle von ganz runder, ovaler oder mehr oder weniger länglichen Form; einige wenige Bacterien besaßen Zellen an beiden Enden. Das Pilzmycelium bestand aus sehr feinen zarten Fäden von 0·0020—0·0040 Millim. im Durchmesser, mit feinkörnigem Protoplasma im Innern. Diese Myceliumfäden zeigten zahlreiche Verzweigungen, welche keine Spur eines körnigen Protoplasmas im Innern führten. Ihre Dicke kann nur annäherungsweise gemessen werden — sie beträgt etwa 0·0003 bis 0·0005 Millim. — mit einem Worte, wir haben hier dieselben Entwicklungsformen von Bacterien vor uns, wie bei den oben beschriebenen Experimenten mit nicht erwärmten Penicilliumsporen.

Erwärmt man nun die Sporen bei 70, 75 und 80° C. während 10 oder 15 Minuten, so nimmt man dabei folgende Erscheinungen wahr: Einige Tage lang schwimmen die Sporen auf der Oberfläche der Flüssigkeit, vorzugsweise an den Wänden der Röhre; dabei ist in der Flüssigkeit nicht die geringste Veränderung wahrzunehmen.

Hierauf werden die Sporen an der Oberfläche immer seltener, und verschwinden am sechsten oder zehnten Tage beinahe ganz. Nach Maßgabe des Verschwindens der Sporen wird die obere Schichte der Flüssigkeit trüber; diese Trübung steigert sich namhaft, wenn man die obere Schichte leicht schüttelt; hierbei kommen bisweilen sogar weiße Flocken zum Vorschein. Wenn man nun gleichzeitig die obere Schichte der Flüssigkeit untersucht, so findet man darin alle Uebergangsformen von normalen Sporen zu den kleinsten Zellen, welche ihrerseits wieder auf die oben beschriebene Weise in Bacterien übergehen. Nach 10—14 Tagen wird die ganze Flüssigkeit trübe und später desto durchsichtiger,

je reichlicher der Niederschlag wird. Der Niederschlag besteht gewöhnlich aus einer Masse von Bacterien, einigen unveränderten Sporen, und einer größeren oder geringeren Menge molecularer Körnchen. Auch hier findet man unter den Bacterien Formen, welche mehreren Bacterien, Vibrionen und Spirillenspecies Dujardin's entsprechen.

Wenn man die Sporen bei 85 und 90° C. 10 Minuten lang erwärmt, so sind die dabei beobachteten Erscheinungen approximativ ganz dieselben, wie jene bei 70, 75 und 80° C.; der Unterschied besteht nur in der Zeit innerhalb welcher diese oder jene Erscheinungen auftreten. Bei 90° C. z. B. erreicht die Flüssigkeit ihre größte Trübung erst nach 18—22 Tagen. Dann ist in dem Niederschlage, welcher nach Anwendung dieser Temperatur entsteht, eine bedeutend größere Menge von unveränderten Sporen und molecularen Körnchen zu bemerken. Hinsichtlich der Bacterien aber ist es schwierig, irgend einen Unterschied wahrzunehmen, mag man sie bei der einen oder anderen Temperatur beobachten. Dauert nun die Erwärmung bei 90° C. 15 Minuten, so gehen nur äußerst wenige Sporen in Bacterien über; die Flüssigkeit bleibt immer durchsichtig, selbst bei Hinzugabe von großen Quantitäten von Sporen; Bacterien werden in so geringer Menge entwickelt, daß man sie bisweilen nicht nur in einem, oder dem anderen Gesichtsfelde, sondern im ganzen Präparate abzählen kann. In dem Niederschlage beobachtet man nicht selten Sporen mit den kleinsten Sprossungen und kurze Ketten von kleinsten Zellen. Außerdem besteht der Niederschlag hauptsächlich aus ganz unveränderten Sporen mit körnigem Protoplasma und aus molecularen Körnchen.

Bei einem Versuche hatten die fünf Minuten lang dem siedenden Wasser ausgesetzten Sporen, (wobei die Temperatur in der Röhre 96—97° C. erreichte) zugleich mit den Bacterien auch ein vollkommen normales Mycelium entwickelt, welches sich schnell zu Boden senkte. Bei einem zweiten Versuche (mit Aspergillussporen) hatte sich schon am sechsten Tage in den oberen Schichten eine Trübung gebildet, die in der Folge sich über die ganze Flüssigkeit verbreitete. Am zwanzigsten Tage entstand auf der Oberfläche der Flüssigkeit ein sehr üppiges Mycelium mit Fruchtpinseln.

Wenn man die Pasteur'sche Flüssigkeit mit Sporen 1—2 Minuten lang über einer Lampe sieden läßt, und gleich nach Aufhören des Siedens die Röhre mit durchhitzter Watte verschließt, so bleibt die Flüssigkeit zwei Wochen lang ohne alle Veränderung. Die Sporen schwimmen unverändert auf der Oberfläche. Nach 15 Tagen entwickelte sich an der Oberfläche ein normales Mycelium. Nach 3 Wochen trübte sich die Flüssigkeit. Die mikroskopische Untersuchung ergab nach 22 Tagen, daß das Mycelium keine Fruchtpinsel gebildet hat; die Flüssigkeit enthielt Bacterien, der Niederschlag bestand aus Bacterien und feinen Körnchen.[1])

Wenn man Sporen 3—5 Minuten lang dem Sieden der Versuchsflüssigkeit aussetzt, so zeigt sich nach einem Monate nicht die geringste Veränderung in der Flüssigkeit; im Niederschlage erscheinen Sporen, größtentheils mit körnigem Inhalte; eine große Menge molecularer Körnchen und kein einziges Bacterium.

---

[1]) Die Entwicklung eines normalen Mycelium bei diesen Versuchen läßt sich auf zweierlei Weise erklären; entweder zerstört die Temperatur von 95—97° C. und 100° C., in einigen Sporen die Fähigkeit zur normalen Entwicklung nicht, oder aber es geriethen einige Sporen an die Wand der Röhre und blieben bloß der Wirkung des heißen Wasserdampfes und nicht jener der Flüssigkeit ausgesetzt.

Bei allen oben beschriebenen Versuchen mit Erwärmung hatte die Pasteur'sche Flüssigkeit schwach saure Reaction. Es entsteht nun die Frage, wie verhalten sich die Penicilliumsporen bei hohen Temperaturen in einer alkalischen Flüssigkeit? Die Ursache, warum sich in der Milch beim Sieden Bacterien entwickeln und in l'eau de chevre sucrée et urine", unter denselben Bedingungen nicht entwickeln, besteht nach Pasteur, in der alkalischen Reaktion der Milch. Frischer (sauer reagierender) Harn, 2—3 Minuten dem Sieden ausgesetzt, blieb (mit Baumwolleverschluß) 18 Monate lang unverändert. Als nun Pasteur in einem solchen Urin kohlensauren Kalk und „bourre de coton avec poussières de l'air hinzugab (d. i. Baumwolle durch welche atmosphärische Luft filtrirt war) und hierauf diese Mischung 2—3 Minuten lang noch einmal zum Sieden brachte, entwickelten sich in diesem Falle Bacterien. Ich habe diesen Versuch Pasteur's wiederholt, indem ich dabei „bourre de coton avec poussière de l'air" durch Penicillium-Sporen ersetzte. Ich brachte zwei Portionen frischen Harns in Reaktivröhrchen, fügte zu beiden Portionen Penicillium-Sporen hinzu, und versetzte überdieß eine von den Portionen mit gepulvertem karrarischen Marmor. Hierauf wurden beide Röhrchen über der Lampe drei Minuten lang im Sieden erhalten und mit Baumwolle-Verschluß bei Zimmer-Temperatur stehen gelassen. Nach einem Monate war die mit kohlensaurem Kalk versetzte Portion Urin trübe, sie enthielt in sich Myriaden von Bacterien, eine sehr unbedeutende Menge Sporen und Molecularkörnchen. Die Portion ohne Marmor blieb vollkommen durchsichtig, enthielt eine ungeheure Menge Sporen, und eine unbedeutende Quantität von molecularen Körnchen und kein einziges Bacterium. Ein Versuch mit Pasteur'scher Flüssigkeit ergab folgende Resultate: Zwei Reaktiv-Röhrchen wurden bis 2/3 ihres Volums mit Pasteur'scher Flüssigkeit und Penicilliumsporen gefüllt; zu einer von diesen Portionen wurden einige Tropfen Ammoniak zugesetzt. Nach Zugabe des Ammoniaks wurde die Flüssigkeit über der Lampe 15 Minuten lang gekocht; gleich nach Aufhören des Siedens wurde die Röhre mit durchhitzter Baumwolle fest verschlossen. Genau auf dieselbe Weise verfuhr man mit der zweiten Portion, welche jedoch kein Ammoniak enthielt. Hierauf wurden beide Röhren bei gewöhnlicher Zimmer-Temperatur stehen gelassen. Nach 20 Tagen war in der Portion mit Ammoniak eine unbedeutende Trübung in der oberen Schichte der Flüssigkeit bemerkbar; nach 28 Tagen bildete sich statt der Trübung ein schleimiges Wölkchen; nach einem Monate begann das Wölkchen in Gestalt eines ungefähr einen Centimeter breiten und papierdünnen Bandes sich zu Boden zu senken, während die Flüssigkeit selbst ganz durchsichtig blieb. Man öffnete die Röhre; die Flüssigkeit zeigte eine stark alkalische Reaction. Einen Theil des Bandes verwendete man zur mikroskopischen Untersuchung, und die Röhre wurde abermals mit Baumwolle verschlossen. Diese Untersuchung ergab höchst interessante Erscheinungen.

Man bemerkte hier alle Uebergangsformen von Sporen normaler Größe bis zu den kleinsten Zellen. Diese letzteren waren von runder, ovaler, länglicher, kolbenförmiger Gestalt, mit einem Worte, sie zeigten alle Uebergangsformen zu 1—4gliedrigen Bacterien, und zuletzt auch vollkommen entwickelte Bacterien. Alle diese Körper sind untereinander durch eine vermittelnde, feste schleimige Substanz verbunden, und darum ist ein einziges mikroskopisches Objekt ganz hinreichend, um mit besonderer Leichtigkeit und Bequemlichkeit alle oben bezeichneten Uebergangsformen von Penicilliumsporen zu Bacterien zu beobachten. Im Laufe der Zeit löste sich das Band in der Flüssigkeit auf, wodurch letztere

getrübt wurde. Nach anderthalb Monaten bildete sich am Boden der Röhre ein Niederschlag, die Flüssigkeit wurde wieder etwas durchsichtiger. Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigte sich in der Flüssigkeit eine ganz unbedeutende Menge Bacterien, dagegen im Niederschlage äußerst viel Bacterien, Sporen mit Sprossungen, Sporen mit feinkörnigem Protoplasma und Molecularkörnchen. In der anderen Versuchsflüssigkeit, welche kein Ammoniak enthielt, war im Verlaufe von 1 1/2 Monaten nicht die mindeste Veränderung bemerkbar, außer, daß nach zwei Wochen die Sporen von der Oberfläche der Flüssigkeit verschwanden und am Boden der Röhre einen Niederschlag bildeten; dabei behielt die Flüssigkeit ihre normale Durchsichtigkeit. Der Niederschlag bestand aus molekularen Körnchen und einer ungeheuren Menge von Sporen, wovon etwa die Hälfte feinkörniges Protoplasma führte.

Ueberhaupt erscheinen die Zellen mit körnigem Protoplasma im Niederschlage am zweiten bis dritten Tage nach der Erwähnung bei allen Temperaturen von 70—100 ° C. Dieses frühzeitige Sinken ist mit unbewaffnetem Auge in jenen Fällen zu sehen, in welchen man in die Flüssigkeit eine solche Quantität Sporen hineingibt, daß sie auf der ganzen Oberfläche eine kompakte Schichte bilden. Diese Sporen sind einer weiteren Entwicklung nicht fähig. Die Membran dieser Zellen wird nach und nach blässer, bis sie ganz verschwindet, und dann kommt ein feinkörniges Protoplasma zum Vorschein. Zwischen den freien Körnchen des Protoplasmas und den Sporen mit körnigem Protoplasma besteht immer ein umgekehrtes Verhältniß. Je später man die Flüssigkeit untersucht, desto mehr Körnchen und weniger Sporen mit körnigem Protoplasma findet man und umgekehrt.

Der Grad der Trübung und Undurchsichtigkeit der Flüssigkeit steht in einem geraden Verhältnisse zur beigegebenen Menge der Sporen; so daß z. B. Sporen, 10 Minuten bei 90 ° C. erwärmt, eine größere Trübung der Flüssigkeit hervorbringen, als Sporen, welche dieselbe Zeit hindurch bei 70° C. erwärmt wurden, wenn nur im ersten Falle bedeutend mehr Sporen, als im letzteren beigegeben wurden. Aber wodurch ist überhaupt die Undurchsichtigkeit der Flüssigkeit bedingt, welche man zu Versuchen mit und ohne Erwärmung verwendet? Pasteur meint, daß „c'est le mouvement même des Bactér. qui est la cause du trouble de la liqueur. Des quil's périssent par privation d'air ils se rassemblent au fond du vase, comme ferait un precipité, et le liquide s'eclaircit.“ (l. c.)

Hoffmann sagt: „In klaren Flüssigkeiten treten Bacterien in der Regel als gleichmäßige Trübung auf; diese Trübung ist durch Millionen lebhaft beweglicher Bacterien und (weniger zahlreich) kleiner Bacterienkettchen veranlaßt.“ [1]) Diese Meinung ist nur theilweise richtig. Wenn auf der Oberfläche der Pasteur'schen Flüssigkeit, welche einige Tage in offener Röhre gestanden hat, sich zufällig Mycelium bildet, so setzten sich am zweiten bis dritten Tage nach Bildung des Myceliums die in der Flüssigkeit befindlichen Bacterien zu Boden und die Flüssigkeit wird durchsichtiger; ohne jedoch, wie schon oben bemerkt wurde, ihre ursprüngliche Durchsichtigkeit je wieder zu erreichen. Bei Untersuchung dieser Flüssigkeit zeigt sich, daß sie entweder äußerst wenig Bacterien oder bisweilen auch gar keine enthält. Noch deutlicher kann man dies bei Versuchen mit Temperaturserhöhung beobachten. 10—14 Tage nach dem Erscheinen der Trübung hört das Zunehmen des Niederschlags am Boden der

---

[1]) Bot. Ztg. 1869. Nro. 16 Seite 250.

Röhre auf: dabei bleibt die Flüssigkeit manchmal trübe fast bis zur Undurchsichtigkeit, wie ich dies in einer 10 Minuten lang bei 80° erwärmten Past. Flüssigkeit beobachtet habe. Indessen war bei Untersuchung dieser Flüssigkeit kein einziges Bacterium zu finden.

Schon aus diesen Thatsachen läßt sich schließen, daß überhaupt die Bacterien bei dieser Erscheinung eine untergeordnete Rolle spielen. Die Verminderung der Trübung in der Flüssigkeit, nachdem die Bacterien zu Boden fielen, läßt sich nicht auf Rechnung der Bacterien allein stellen, da zugleich mit ihnen sich auch eine größere oder geringere Menge jener schleimigen Substanz niederschlägt. Diese Substanz ist es, welche hauptsächlich die Trübung und Undurchsichtigkeit der Flüssigkeit veranlaßt und auch das Zustandekommen von Galertwolken und festen Membranen hervorruft. Diese schleimige Substanz entwickelt sich immer beim Uebergange der kleinsten Zellen in Bacterien. Ich kann auch der Meinung **Hoffmann's** nicht beistimmen, wornach die Bacterien selbst die schleimige Substanz zu entwickeln im Stande seien. Bei Untersuchung einer eben erst zum Vorschein gekommenen Gallertwolke in der oberen Schichte einer auf 70 bis 100° C. erwärmten Flüssigkeit ergibt sich, daß in dieser Gallertwolke nur Penicilliumsporen sammt allen Uebergangsformen zu Bacterien und sehr häufig kein einziges Bacterium enthalten ist. Andererseits geht bei der Entwicklung der Bacterien im Wege der Verzweigung normaler Mycelfäden, oder bei Entwicklung von Bacterien unmittelbar aus Sporen von normaler Größe (s. o.), folglich in jenen Fällen, wo die Entwicklung der kleinsten Zellen nicht stattfindet, — auch keine Ausscheidung der schleimigen Substanz vor sich, wie man dies bei Versuchen, wobei eine Erwärmung bis 60° C. stattfand und in einigen anderen Fällen, z. B. bei Entwicklung von Bacterien in Olivenöl, Harn und anderen wahrnehmen kann.

Alle bisher von mir beschriebenen Beobachtungen und Versuche bieten, wie ich meine, vollkommen hinreichenden Grund zu der Annahme, **daß sämmtliche Formen aus der Familie der Vibrionen**[1]) **nichts anderes sind, als zarte Mycelien, welche** aus Penicillium-Sporen hervorgingen, Mycelien, die sich auf die oben beschriebene Weise entwickeln.[2])

V.

In den vorhergehenden Versuchen haben wir gesehen, daß die Penicillium-Sporen bei **gewöhnlicher Temperatur** nur dann fähig sind in Bacterien überzugehen, wenn sie sich in der Flüssigkeit selbst befinden; wenn sie hingegen auf ihrer Oberfläche liegen, entwickeln sie nur normales Mycelium. Ebenso verdankt das normale Mycelium, welches sich auf der Oberfläche offenstehender Flüssigkeit (**Past.** Flüss., Harn, thierische und vegetabilische Aufgüsse und dergleichen), selbstständig (d. i. nicht durch Aussaat) entwickelt, seine Entstehung den aus der Luft auf die Oberfläche der Flüssigkeit gefallenen Sporen, was **Pasteur** durch sehr genaue Versuche bewiesen hat. (l. c.)

---

[1]) Der allgemeinen Richtigkeit dieser Annahme kann ich nicht zustimmen, wenn ich auch nach den Präparaten, welche mir Dr. P. vorführte, nicht in Abrede stellen kann, daß ein Theil von den zu den Bacterien gestellten Formen nichts anderes als zarte Pilzmycelien sind. **Wiesner.**

[2]) Hinsichtlich der Sporen von anderen Pilzen habe ich nur zwei Beobachtungen, eine mit Aspergillus-Sporen, wovon schon oben die Rede war, und die zweite mit Sporen von Botrytis angestellt. Die Sporen von Botrytis 15 Minuten bei 80° C. erwärmt, haben 27 Tage lang in der Flüssigkeit weder eine Trübung, noch Bacterien entwickelt. Im Niederschlage waren die Sporen und viele moleculare Körnchen bemerkbar.

Nun fragt es sich, auf welche Weise soll man die Erscheinung der raschen Vermehrung der Bacterien in mit verschiedenen Flüssigkeiten gefüllten Gläser erklären, welche bei gewöhnlicher Zimmertemperatur offen stehen (oder bloß durch gewöhnlichen Kork oder Glasstöpsel verschlossen sind), wenn die aus der Luft hineinfallenden Sporen in der Regel auf der Oberfläche der Flüssigkeit verblieben und nur normales Mycelium entwickeln?

Unter allen diesen Umständen dienen als hauptsächlichste Quelle der Entwicklung und Vermehrung der Bacterien jene kleinsten Zellen, deren Entstehung aus Penicilliumsporen in der Past. Flüssigkeit ich oben dargestellt habe; die Penicilliumsporen selbst aber spielen, als solche, dabei nur eine sehr untergeordnete Rolle. Die Penicillium-Sporen gehen in kleinste Zellen über, nicht nur in Flüssigkeiten allein; sie sind ebenso fähig auch auf festen Substanzen in dieselben überzugehen, mögen die letzteren feucht oder ganz trocken sein. Wenn man z. B. in das saftige frische Fleisch einer Apfelsine eine mäßige Quantität Penicilliumsporen einimpft, so ist gewöhnlich die Entwicklung des normalen Myceliums entweder sehr unbedeutend, oder sie mangelt oft ganz, hingegen geht die Entwicklung der kleinsten Zellen sehr rasch und intensiv vor sich. Sehr viele kleinste Zellen stellen in diesem Falle alle Uebergangsformen zu Bacterien vor, und zwar noch deutlicher, als in Flüssigkeiten bei gewöhnlicher Zimmertemperatur. Dasselbe Resultat erhält man bei der Impfung der Sporen auf das Fleisch anderer Früchte z. B. Citronen, Weintrauben u. dgl. Hier, wie auch in den Flüssigkeiten, kann von der Entstehung kleinster Zellen aus Protoplasmakörnchen der Sporen gar keine Rede sein. Impft man die Penicillium-Sporen auf die Rinde einer Apfelsine und unterhält letztere (Rinde) im feuchten Zustande, so entwickelt sich nach einiger Zeit ein normales, üppiges Mycelium mit Fruchtpinseln. Wenn nun mit der Entwicklung der Fruchtpinsel die Rinde austrocknet, so beginnen die Sporen in kleinste Zellen überzugehen, und zwar so, daß zwischen den Sporen von normaler Größe und den allerkleinsten Zellen bezüglich der Größe zahlreiche Uebergangsformen vorhanden sind. Die in solcher Weise entwickelten kleinsten Zellen erscheinen entweder abgesondert, frei oder in Form von Ketten (sogen. Monas crepusculum) und sind auch theilweise fähig unmittelbar in Bacterien überzugehen (Luftvegetationsform der Bacterien nach Hoffmann). Ueberhaupt geht die Spore in kleinste Zellen über, sobald sie sich auf einem harten, trockenen Substrate befindet. Die Allverbreitung der Penicilliumsporen ist eine allgemein bekannte Thatsache. Da aber jede einzelne Spore mehrere kleinste Zellen aus sich entwickelt, so müssen letztere auch bedeutend mehr, als Penicilliumsporen enthalten sein. Pasteur hat bei seinen Versuchen mit Filtration der Luft durch Baumwolle, in der letzteren gleichzeitig mit Pilzsporen auch eine große Menge von kleinsten Zellen und dazwischen Uebergangsformen (bezüglich der Größe) erhalten. Die kleinsten Zellen erscheinen auch hier in Form von abgesonderten Zellen oder in Form von Ketten (l. c. Pl. II. Fig. 2—9).[1])

---

[1]) Pasteur charakterisirt in folgender Weise die von ihm bei Filtration der atmosphärischen Luft durch Baumwolle erhaltene Körperchen: „Leurs dimensions s'elevent depuis les plus petits diametres jusqu' à $^1/_{100}$ à $^1/_{500}$ et davantage de millimetre. Les uns sont parfaitment spheriques, les autres ovoides; Leurs contours sont plus ou moins nettement accusés. Beaucoup sont tout-à-fait translucides, mais il y en a aussi d'opaques avec granulation a l'interieur. Ceux qui sont translucides à contours nets, sassemblent tellement aux spores des moisissures les plus communes que le plus habile micrographe ne pourrait y avoir de difference (l. c. p. 28—29)

Auf diese Weise gehen die stets in der Luft befindlichen kleinsten Zellen, in dem sie auf die Oberfläche der Past. Flüssigkeit fallen, sehr schnell in Bacterien über, aber nach Maßgabe der Vermehrung der letzteren müssen nothwendig erstens die Bestandtheile der Flüssigkeit (Ammoniak, Salze ꝛc.) abnehmen, und zweitens muß die Menge der schleimigen Substanz immer mehr zunehmen, in Folge dessen der Uebergang der kleinsten Zellen in Bacterien langsamer vor sich geht und endlich ganz aufhört. Ferner hängt hiervon auch der Umstand ab, daß, je später man nach Beginn des Versuches die Flüssigkeit untersucht, desto mehr freie und kettenförmige, schwebende kleinste Zellen, sowie auch in ihrer Entwicklung unterbrochene, d. i. keil- oder kolbenförmige, an einem oder an beiden Enden mit Köpfchen versehene Bacterien werden gefunden.

Es ist selbstverständlich, daß die Sporen und kleinsten Zellen nicht in allen Flüssigkeiten mit derselben Schnelligkeit in Bacterien übergehen. Am raschesten geht dieser Uebergang in Zuckerlösungen von statten, welche freies Ammoniak enthalten. Wenn man z. B. gleichzeitig drei offene Reagenzröhren mit Past. Flüssigkeit, mit Harn und mit destillirtem Wasser aufgestellt, so geht die Vermehrung der Bacterien zuerst in Past. Flüssigkeit, und dann erst in dem Harn vor sich. Dabei findet man im Harn schon nach zwei Tagen zugleich mit Bacterien auch eine große Menge kleinster Zellen (welche indessen Pasteur für ein spezifisches „ferment de l'urine" hielt. (l. c. p. 51); während sie in der Pasteur. Flüssigkeit zu dieser Zeit nur in sehr kleiner Menge zu bemerken sind. Im destillirtem Wasser aber erscheint erst nach drei Monaten an den Wänden der Röhre, gerade über dem Niveau des Wassers, ein Anflug in Form eines Ringes, welcher aus kleinsten Zellen, Bacterien und ihren Uebergangsformen besteht. Alle diese Körper sind untereinander durch eine schleimige Zwischen-Substanz verbunden. Wenn auf die Oberfläche der Flüssigkeit aus der Luft eine größere oder geringere Menge Sporen oder Hefezellen fällt, so entwickelt sich in der Regel ein normales Mycelium auf der Oberfläche, oder eine ungeheure Menge Hefezellen in der Flüssigkeit. Aber nicht eine jede Spore, welche auf die Oberfläche der Flüssigkeit fällt, muß nothwendig gewöhnliches Mycelium entwickeln; bei Untersuchung der schleimigen Flocken und festen Membranen, welche sich bei der Entwicklung der Bacterien bilden, findet man nicht selten in denselben auch Sporen. Die von dieser schleimigen Substanz aus der Oberfläche der Flüssigket in das Innere derselben hinabgezogenen Sporen gehen in diesem Falle in Bacterien über. Welche ungeheure Vermehrungsfähigkeit die kleinsten Zellen bei gewöhnlicher Temperatur besitzen, das sieht man aus den oben angeführten Versuchen, wo es genügte, zwei Tropfen mit Bacterien und kleinsten Zellen beizugeben, um nach einigen Tagen eine vollkommen undurchsichtige, schleimige Flüssigkeit zu bekommen, welche mit Myriaden von Bacterien und kleinsten Zellen gefüllt ist. Die aus (in Flüssigkeiten) erwärmten Penicilliumsporen entstandenen kleinsten Zellen besitzen wahrscheinlich auch die Fähigkeit zur Vermehrung; aber dann gewiß nur in sehr untergeordnetem Grade. Dies kann man aus der Thatsache entnehmen, daß es bei Versuchen mit

---

Diese Beschreibung, wie auch die sie näher erläuternden oben citirten Zeichnungen entsprechen vollkommen jenen Veränderungen, denen die Penicilliumsporen auf festen, trockenen Substraten unterliegen, von wo aus sie sich leicht in die Luft erheben. Die Identität der Körper, welche Pasteur aus der Luft erhalten hat, mit Pilzsporen und den aus ihnen sich entwickelnden kleinsten Zellen, ergibt sich als unzweifelhaft, wenn man die Resultate der von Pasteur an diesen Körpern vorgenommenen Versuche mit jenen vergleicht, die ich oben in Betreff der Penicilliumsporen und kleinsten Zellen mitgetheilt habe.

Erwärmung bei 70—100° C., nicht hinreichend ist, zwei Tropfen mit Bacterien und kleinsten Zellen, oder eine mäßige Quantität Sporen beizumengen, um die möglichst größte Vermehrung der Bacterien und kleinsten Zellen hervorzubringen, was bei Versuchen ohne Erwärmung zur Hervorbringung dieser Erscheinung vollkommen genügt.

VI.

Hinsichtlich der Frage: „ob die Bacterien der Vermehrung fähig seien?“ — besteht unter den Forschern eine seltene Einstimmigkeit. Fast alle stimmen darin vollständig überein, daß völlig entwickelte (d. i. stäbchenförmige) Bacterien, in einem der Vermehrung günstigen Medium, eine zahllose Nachkommenschaft zu erzeugen fähig sind. „Die in der Luft schwebenden Bacterien müssen es sein, welche den Import aller Bacterien überallhin vollziehen. — Bacterien sind Wesen, die ihre festen Grenzen einhalten und von Eltern auf Nachkommen jedenfalls ebenso unverändert forterben, als die am höchsten organisirten Lebensformen in der ganzen Reihe.“ [1]) Wenn man nun die äußerst unbedeutende Größe der Bacterien und ihre außergewöhnliche rasche Vermehrung in Betracht zieht, so könnte man glauben, daß diese allgemein angenommene Meinung entweder auf einer unmittelbaren mikroskopischen Beobachtung, oder auf irgend welchen positiven Versuchen beruhe. In Wirklichkeit jedoch gründet sich diese Meinung mehr auf bloße Voraussetzungen, als richtig interpretirten Beobachtungen.

Wenn man eine bestimmte Menge Bacterien unter dem Mikroskope in einem Tropfen Pasteur. Flüssigkeit betrachtet (und sind dabei die Räder des Deckgläschens mit Lack oder einer Schichte Öl verschlossen), so gelingt es niemals, auch nur die geringste Spur von Vermehrung zu bemerken.

Es werden vielmehr nach 7—10 Tagen die beobachteten Bacterien ganz unsichtbar. Professor Hoffmann konnte bei ähnlichen Versuchen auch gar keine Vermehrung bemerken. Er erklärt aber diese Erscheinung dadurch, daß die Bacterien in einem verklebten Präparate „ohne Luft (Sauerstoff) nicht leben können; sie werden unbeweglich und zeigen keine Vermehrung“. [2]) Diese Erklärung steht aber in grellem Widerspruche mit den oben beschriebenen Versuchen mit Penicilliumsporen, aus denen sich in verklebten Präparaten, welche keine Spur von Luftblasen enthielten, Bacterien entwickelt haben. Es gibt zwar noch Thatsachen, welche dem Anscheine nach, zu Gunsten der Annahme Hoffmann's und Pasteur's, daß zur Vermehrung der Bacterien der freie Zutritt der atmosphärischen Luft unentbehrlich ist, sprechen. Es wurde schon oben bemerkt, daß in einer mit Pasteur'scher Flüssigkeit gefüllten und offenstehenden Röhre die Vermehrung der Bacterien außerordentlich schnell vor sich geht. Wenn aber auf der Oberfläche der Flüssigkeit, worin die Vermehrung der Bacterien schon begonnen hat, sich zufällig, oder durch Aussaat, ein Pilzmycelium entwickelt, so hört nach 1—3 Tagen die Vermehrung der Bacterien in der Flüssigkeit ganz auf. Diese Erscheinung erklärt Pasteur durch den Mangel an Sauerstoff in der Flüssigkeit. [3]) Aber in den angeführten Versuchen ist es kaum möglich, den Zutritt des Sauerstoffs zur Flüssigkeit ganz auszuschließen; a priori besteht da nicht der mindeste Grund zur Annahme, daß der Sauerstoff der Luft durch das aus abgesonderten Fäden zusammenge-

[1]) Hoffmann. Bot. Ztg. 1869, Seite 238, 268.
[2]) l. c. p. 237.
[3]) l. c. p. 45—46.

flochtene Pilzmycelium nicht zuströmen könnte. Der nachstehende sehr einfache Versuch beweiset, daß das Aufhören der Bacterienvermehrung in ähnlichen Fällen nicht von Mangel des Sauerstoffes der Luft abhängt. Wenn zur Vermehrung der Bacterien erstens in der That der freie Zutritt der Luft nothwendig ist, und zweitens des auf der Oberfläche der Flüssigkeit sich bildende Pilzmycelium wirklich das Zuströmen des Sauerstoffs hindert, so kommt es darauf an, das Mycelium von der Flüssigkeit zu entfernen, worauf die Bacterienvermehrung abermals vor sich gehen müßte.

Ich nahm einen Glascylinder, füllte ihn mit Past. Flüssigkeit und ließ ihn offen stehen. Mit der Entwicklung des Pilzmyceliums auf der Oberfläche bildete sich allmälig am Boden des Cylinders ein Niederschlag, die Flüssigkeit wird nach und nach durchsichtiger, die Vermehrung der Bacterien hört ganz auf. Ich entfernte nun das Pilzmycelium von der Oberfläche, die Flüssigkeit konnte wieder in unmittelbare Berührung mit der Luft, und ungeachtet dessen erneuert sich in der Flüssigkeit die Bacterienvermehrung nimmer mehr; die Flüssigkeit bleibt vollkommen in demselben Zustande, wie wenn das Pilzmycelium auf ihrer Oberfläche sich noch befände. Diese Erscheinung kann man viel einfacher erklären. Indem sich das Pilzmycelium auf der Oberfläche der Flüssigkeit ausbreitet, verbraucht es rasch die in derselben aufgelösten Stoffe — Ammoniak, Salze und Zucker — so zwar, daß nach Herabnahme des Pilzmyceliums im Cylinder fast nur reines Wasser verbleibt. [1]) Daß endlich die Bacterien zu ihrer Vermehrung des freien Zutritts der atmosphärischen Luft nicht bedürfen, folgt deutlich aus den oben beschriebenen Versuchen mit Penicillium-Sporen in verkitteten Röhren.

Bei diesen Versuchen war das Volumen der Luft im Vergleiche zum Volumen der Flüssigkeit ein höchst unbedeutendes; hierbei entwickelte sich stets ein Pilzmycelium in einem der Luftblase gleichen Raume; der Luftzutritt war unmöglich; und dennoch ging unter allen diesen Umständen die Bacterienvermehrung äußerst rasch und intensiv vor sich.

Aus den angeführten Versuchen muß man schließen, daß erstens die Menge des in der Versuchs-Flüssigkeit absorbirt enthaltenen Sauerstoffs der Luft zur Bacterienvermehrung hinreichend ist (falls nur überhaupt der Sauerstoff hierzu nothwendig ist, was noch keineswegs durch direkte Versuche erwiesen wurde), und zweitens daß, wenn es bei unmittelbarer mikroskopischer Beobachtung nicht gelingt, eine Vermehrung der Bacterien wahrzunehmen, dies auf ihre Unfähigkeit zur Vermehrung hinweiset. Professor Hoffmann sucht die Vermehrungsfähigder Bacterien durch folgende positive Versuche zu beweisen. Vor allem theilt er die Bacterien in lebende und todte ein. Die ersteren unterscheiden sich von den letzteren durch die Fähigkeit einer sogenannten „selbstständigen, willkürlichen Bewegung", an den letzteren bemerkt man nur die sogenannte „Molecular-Bewegung" oder gar keine. [2])

Indem er auf diese Weise die sogenannte selbstständige Bewegung für

---

[1]) Schon Dajardin (l. c. p. 172—173) bemerkte, daß mit der Entwicklung der Vibrionen das beigegebene Ammoniak aus der Flüssigkeit verschwindet; Pasteur (Compt. rend. T. XLVII. 1859 pag. 1011) hat das Verschwinden des beigegebenen Ammoniaks bei Vermehrung der Hefe nachgewiesen. Dasselbe hat auch A. Mayer (Unters. über alk. Gähr. ꝛc. Heidelberg 1869) bezüglich des Ammoniaks, der Salze und anderer Stoffe nachgewiesen.

[2]) Charakteristik der selbstst. Bewegung, siehe Botan. Ztg. 1863 Seite 304, 1869 : Seite 239—240.

ein unbedingtes Merkmal der Lebendigkeit der Bacterien hält, will er auf dieses Merkmal die Beweiskraft seiner Versuche basiren, und trachtet zu beweisen, daß die Bacterien fähig sind, den Siedepunkt zu überleben und sich zu vermehren. Zu seinen Versuchen nahm Professor Hoffmann in eine Reaktivröhre etwa 1/3 eines Theelöffels voll Jauche (aus Fleisch entstanden) mischte dieselbe mit der doppelten Quantität Brunnenwasser, und verschloß die Röhre mit Watte. Jede von den auf diese Weise hergerichtete Röhren wurde verschiedene Zeit lang — von 1/2 Minute bis 3 Stunden — gekocht. Nach dem Sieden wurde die Flüssigkeit in den verschiedenen Röhren unter dem Mikroskope zu verschiedenen Zeiten der Untersuchung unterzogen. So hat er z. B. die eine Minute lang der Siedhitze ausgesetzt gewesene Röhre untersucht, und zwar die erste 20 Minuten nach dem Kochen und die übrigen nach 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 17 Tagen. Hierbei fand er lebende Bacterien nur in zwei Röhren, nämlich in den beiden, welche am vierten Tage nach dem Kochen untersucht wurden. In allen übrigen Röhren war kein einziges lebendes Bacterium zu finden.

Den Umstand, daß lebende Bacterien erst nach einer bestimmten Zeit und nicht gleich (?) nach dem Kochen zum Vorschein kommen, erklärt Hoffmann als Folge einer vorübergehenden Erstarrung durch die Hitze, als eine Art Scheintod oder Wärmestarre, durch vorübergehende Lethargie . . . ." Sobald nun einige Bacterien aus der Lethargie erwachen, wozu allerdings Zeit erfordert wird, beginnt sich die Nachkommenschaft zu entwickeln. Nach Aufstellung dieser Theorie nimmt Hoffmann an, daß „die große Mehrzahl der wiedergefundenen (nach dem Kochen) lebenden Bacterien als ein neuer Stock betrachtet werden muß, als eine Progenies, die von einer geringen Zahl solcher Individuen abstammt, welche durch individuelle Verhältnisse begünstigt, jene Hitzekatastrophe lebend überstanden haben. [1])

Bezüglich dieser Versuche möchte ich hier nur das bemerken, daß wir die Annahme, die Mehrzahl der wiedergefundenen lebenden Bacterien müsse für eine neue Generation gehalten werden, unberechtigt erscheint. Denn gibt man einmal zu, daß eine bestimmte Anzahl von Bacterien fähig ist, vom Scheintod, Lethargie u. s. w. sich zu erholen, so muß man mit ganz demselben Rechte zugeben, daß zu einer solchen Erholung auch Millionen fähig sind, und daß folgerichtig alle wiedergefundenen lebenden Bacterien nicht eine neue Generation bilden, sondern allmählig auferstandene ältere Indivituen sind. Diese Auffassung ist um so berechtigter, als es ganz unmöglich ist, morphologisch diejenige Generation der Bacterien von den alten irgendwie zu unterscheiden. Wenn man weiters auch zugeben würde, daß diese oder jene Art Bewegung wirklich als Merkmal des Lebens oder des Todes dienen kann, könnten auch dann die Versuche Hoffmann's nur als Beweise dafür dienen, daß die Bacterien den Einfluß dieser oder jener Temperatur zu überleben im Stande sind; auf keinen Fall können sie aber ihre Vermehrungsfähigkeit beweisen. In der That kann aber weder die eine oder die andere Bewegung ein Merkmal des Todes oder des Lebens der Bacterien abgeben. Perty (l. c.) machte zuerst, so viel ch weiß, auf den Umstand aufmerksam, daß zugleich neben den sich bewegenden Vibrionen gewöhnlich auch solche ohne alle Bewegung beobachtet werden, wobei die Bewegungslosigkeit keineswegs, nach Perty ein Absterben anzeigt. Hoffmann selbst hat diese Beobachtungen Perty's vollständig erhärtet. „Die Bacterien kommen sämmtlich," sagt Hoffmann, „in zwei Zuständen

---

[1]) Bot. Ztg. 1863.

vor, nämlich entweder aktiv beweglich oder ruhend. Der letztere Zustand ist ebenso häufig wie der erstere, und gestattet nicht, ohne Weiteres anzunehmen, daß das Leben aus ihnen entwichen sei. Man beobachtet häufig große Kolonien in voller Vitalität, in deutlichem Zuwachs und Vermehrung begriffen, welche ohne Ausnahme bewegungslos sind." [1]) „Die verzweigten Bacterien sind niemals beweglich" [2]) .... „Dieselben Bacterien sind einmal beweglich, einmal ruhend, oder in umgekehrter Ordnung, — je nach den Umständen. [3]) Es ist also ganz klar, daß die Bewegung der Bacterien nicht die geringste Möglichkeit bietet, um daraus auf die Vermehrung, ja sogar auf das Leben derselben einen Schluß ziehen zu können.

Endlich führt Prof. Hoffmann noch folgenden Versuch an, um die Vermehrungsfähigkeit der Bacterien zu beweisen.

„Kultivirt man Bacterien aus Flüssigkeiten durch Uebertragung auf feuchte Substrate, also nicht eigentlich naß, z. B. auf einem angekochten Kartoffelstückchen, so tritt die neue Kolonie nach einigen Tagen bis Wochen in Form eines sehr zähen, mit der Nadel kaum zu zerreißenden Gallertschleims auf... Die Masse besteht aus (überwiegend) isolirten Mikrobacterien, aus 6—10gliedrigen Bacterienketten und aus Monas Crepusculum..... Mit dem allmäligen Austrocknen des Substrats ist die Vegetation dieser Organismen noch nicht abgeschlossen. Vielmehr besitzen dieselben auch eine Luftvegetationsform..... Die Oberfläche des Substrates ist jetzt mit einem rein weißen, sammetartigen Pilz von 1 Millim. Höhe bedeckt, welcher das Aussehen eines äußerst kurzen Myceliums hat. Dieses besteht ganz aus vielgliedrigen Ketten von Monas crepusculum, Bacterium termo und Uebergangsformen zwischen beiden. [4])

Daß es sich in dem angeführten Versuche um eine thatsächliche Vermehrung der Bacterien handelt, dies kann nicht dem geringsten Zweifel unterliegen; jedoch kann nichts destoweniger dieser Versuch nicht mehr als der vorhergehende (mit dem Kochen) beweisen, daß die neue Generation ihre Entstehung eben den Bacterien zu verdanken habe. Im Gegentheil, da bei diesen Versuchen die kleinsten Zellen und die sich daraus bildenden Ketten (sogenannte Monas crepusculum) nicht ausgeschlossen waren, und da Hoffmann selbst den unmittelbaren Uebergang dieser Zellen in Bacterien konstatirt, so können diese Versuche nur als Bestätigung meiner Beobachtungen dienen, nämlich: daß sich Bacterien unmittelbar aus kleinsten (von Penicilliumsporen abgeschnürten) Zellen entwickeln. (s. o.)

Zur Lösung der Frage, ob die Bacterien fähig seien, Nachkommenschaft zu erzeugen, ist es nothwendig, daß man erstens nur mit vollständig entwickelten Bacterien experimentire, ohne die geringste Beimischung jener Elemente, aus denen sich jene entwickeln (Sporen und die aus ihnen sich entwickelnden Zellen, sei es in Gestalt von freien Zellen oder Ketten), und zweitens, da man eine junge Generation Bacterien von der alten weder durch die Art der Bewegung, noch durch irgend andere morphologische Kennzeichen unterscheiden kann, muß man als unzweifelhafte Merkmale der Vermehrung nur solche Erscheinungen betrachten, welche sogar mit unbewaffnetem Auge konstatirt werden können, wie

---

[1]) Botan. Ztg. 1869 p. 236.
[2]) l. c. p. 256.
[3]) l. c. p. 322.
[4]) l. c. p. 252—253.

die Bildung eines bemerkbaren Niederschlages am Boden der Röhre, und die Bildung der Trübung in der Flüssigkeit, in welcher die Vermehrung vor sich geht.

Unter gewöhnlichen Umständen ist es unmöglich, Bacterien ohne Beimischung von kleinsten Zellen zu bekommen aus welchem Medium man sie nehmen möge, sei es aus einer Flüssigkeit oder einem festen Substrate, (Apfelsine, Citrone u. s. w.) möge das letztere in einem nassen oder ganz trockenen Zustande sein. Hingegen erhält man bei Versuchen mit Erwärmung der Penicilliumsporen, nach Verlauf einer bestimmten Zeit, (s. o.) in der Flüssigkeit nur Bacterien ohne die geringste Beimischung von Elementen, welche fähig sind, in Bacterien überzugehen. Die bei dergleichen Fällen vorkommende größere oder geringere Menge von Sporen und kleinsten Zellen im Niederschlage gehört zu jenen, welche nicht im Stande waren, die Einwirkung der Wärme zu überleben, und welche demnach allmählig in Molekulardetritus übergehen. Wenn man z. B. aus einer Flüssigkeit, in welcher Penicilliumsporen 10 Minuten lang bei 80° C. erwärmt wurden, nachdem der Vermehrungsprozeß der Bacterien in derselben schon zu Ende war (d. i. wo die Trübung der Flüssigkeit sich bereits zu mindern begann, und gleichzeitig am Boden der Röhren ein Niederschlag sich zu bilden anfing) wenn man in dieser Zeit, oder noch später aus der Flüssigkeit 2—3 Tropfen nimmt, welche eine zahllose Menge Bacterien enthalten, und dieselben einer frischen Pasteur'schen Flüssigkeit zusetzt (welche früher 5 Minuten über der Lampe gekocht und unter Watteverschluß abgekühlt wurde) und gleich nach der Zufügung der Bacterien die Röhre mit Watte fest verschließt, so ist unmöglich, in einer solchen Flüssigkeit auch nur die mindeste Spur von Bacterienvermehrung zu bemerken, man möge die Flüssigkeit noch so lange beobachten. Dagegen wenn man denselben Versuch mit 2 Tropfen anstellt, welche einer anderen Röhre entnommen sind, die dem Kochen nicht unterworfen war, und worin sich mit Bacterien auch eine große Menge kleinster Zellen befindet, so wird die Flüssigkeit (in welche man diese zwei Tropfen hineingegeben hat) nach zwei Tagen trübe bis zur Undurchsichtigkeit, bei gleichzeitiger intensiver Vermehrung der Bacterien. Wenn man nun bei diesem Versuche nach Zusetzung der zwei Tropfen, die Flüssigkeit 1/4 Stunde lang bei 70° C. oder 80° C. erwärmt, so erfolgt die Vermehrung am 12. bis 14. Tage nach erfolgter Erwärmung. Wenn man dagegen bei dergleichen Versuchen die Flüssigkeit, nach Zusetzung der Bacterien über der Lampe 3—5 Minuten lang kocht, so erfolgt in derselben nicht die geringste Vermehrung der Bacterien, ebenso wie beim ersten Versuche.

Auf diese Weise trat in dem ersten Versuche, bei Vorhandensein von Bacterien allein, auch keine Spur von Vermehrung derselben ein; dagegen entstand im zweiten und dritten Versuche, wo neben Bacterien auch kleinste Zellen vorhanden waren, eine ungeheure Vermehrung von Bacterien. Es kam nur darauf an (4. Versuch) die kleinsten Zellen durch Kochen abzutödten, und die Vermehrung wurde, wie beim ersten Versuche unmöglich. Aus dem in diesem Kapitel gesagten, folgt daher, daß bis jetzt keine einzige direkte Beobachtung, kein einziger Versuch vorliegt, welche zu der Annahme berechtigen würde: daß die Bacterien einer Vermehrung fähig seien. Es nöthigen vielmehr sowohl die direkte Beobachtung unter dem Mikroskop, als auch die oben angeführten Versuche zu der Annahme, daß sowohl die Entstehung als auch die Vermehrung der Bacterien nur im Wege ihrer unmittelbaren Entwicklung aus den oben näher beschriebenen kleinsten und

Myceliumszellen möglich, und daß das einmal zur Entwicklung gelangte Bacterium einer weiteren Vermehrung nicht fähig ist. [1])

Es erscheinen demnach die Bacterien jene Entwicklungsformen der Penicilliumsporen (und ähnlicher Sporen) zu sein, durch welche die letzteren unter gewissen äußeren Verhältnissen zu Grunde gehen. [2])

---

[1]) Ich kann die Richtigkeit dieser Annahme nicht zugestehen, insolange nicht ein positiver Beweis dafür, daß alle Bacterien Abkömmlinge von Pilzsporen sind, erbracht ist, und insolange nicht die Tödtungstemperaturen der „kleinsten Zellen" und Bacterien auf unzweifelhafte Weise festgestellt wurden. Wiesner.

[2]) Aus den Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. zu Wien. Math. nat. Kl. 1869.

Ueber die Beziehungen der Bacterien zum Penicillium glaucum Lk. und über den Einfluß einiger Stoffe auf die Entwickelung dieser letzteren.

Von Dr. med. Wjatscheslaw Manassein aus St. Petersburg.

Im Jahre 1869 ist die Arbeit des Dr. A. Polotebnow[1]) erschienen, in welcher er auf Grund seiner in dem Laboratorium des Herrn Professor Wiesner gemachten Versuche die Behauptung aufstellt, daß Bacterien, zu denen er alle stäbchenförmige Formen aus der Familie der Vibrionen rechnet, in engem genetischem Zusammenhange mit Penicillium glaucum Lk. (Penicillium crustaceum Frs.) stehen, und sich aus demselben auf zweierlei Art entwickeln: 1) die kleinsten Bacterien sollen nach seiner Meinung sich aus den ganz kleinen Zellen (von 0,0006 bis 0,002 Millimeter) bilden, welche ihrerseits durch Sprossung aus den Sporen von Penicillium entstehen; 2) die größeren Bacterien sind nach seiner Meinung nur als sehr feine Fäden von Mycelien des Penicilliums und „wahrscheinlich auch von anderen" Schimmelpilzen aufzufassen. Außerdem hat mein geehrter Kollege auf Grund einer anderen Reihe von Versuchen eine der allgemein verbreiteten Meinung widersprechende Behauptung aufgestellt: er sagt nämlich, daß Bacterien zur Vermehrung gänzlich unfähig sind.[2]) Endlich in der russischen Ausgabe seiner Arbeit (p. 91. 95) spricht er geradezu die Meinung aus, daß Bacterien nicht für lebende Organismen gehalten werden können, da man bei ihnen nicht die geringste Spur von aktiven Bewegungen, von Ernährung, von Wachsthum und Vermehrung bemerken soll.

Da in den Versuchen des Herrn Polotebnow der Uebergang der Penicilliumsporen in die Bacterien besonders deutlich in den Fällen auftrat, in welchen die Sporen einer vorhergehenden Erwärmung von 60 bis 90° in Pasteur'scher Flüssigkeit unterworfen wurden (l. c. p. 21—24), so war es natürlich, sich die Frage zu stellen, ob nicht Sporen von Penicillium glaucum dieselben morphologischen Veränderungen zeigen würden, wenn sie der Einwirkung anderer ihre normale Entwickelung hemmenden Einflüsse unterworfen wären, z. B. der Einwirkung von sogenannten antiseptischen Substanzen, von Erwärmung im trockenen Zustande u. s. w. Die Versuche, die

---

[1]) Dr. A. Polotebnow, Ueber den Ursprung und die Vermehrung der Bacterien. Sep.-Abdr. a. d. Sitzungsber. d. k. Akademie d. Wissensch. 1869, Bd. LX., S. 6—18. — S. die vorhergehende Abhandlung. Was die Vermuthung des Verfassers, daß die Bacterien auch mit anderen Schimmelpilzen im Zusammenhange stehen, betrifft, so hat dieselbe keine thatsächliche Grundlage in seinen Versuchen, denn aus zwei Fällen, in welchen er zu den Versuchen nicht Penicilliumsporen, sondern Sporen von anderen Pilzen nahm, ist der Eine nicht beweisend, weil die Aussaat unrein war, denn aus Sporen von Aspergillus entwickelte sich Penicillium (§. 23) und in dem zweiten Falle haben die ausgesäeten Sporen von Botrytis, welche 15 Minuten lang bei 80° C. gehalten wurden, gar kein Resultat gegeben (S. 28).

[2]) Vgl. hierüber meine Anmerkungen in der vorhergehenden Abhandlung. Wiesner.

ich in dieser Richtung zur Entscheidung der Frage gemacht habe (im Ganzen über 250), haben ein derartiges Ergebniß gegeben, daß ich mich gezwungen sah, auch einige von den Hauptversuchen meines Vorgängers zu wiederholen. Indem ich die erhaltenen Resultate hier wiedergebe, halte ich es aber für zweckmäßiger, die Darstellung meiner Versuche in umgekehrter Reihenfolge vorzunehmen; ich werde füglich damit anfangen, daß ich diejenigen meiner Versuche beschreibe, welche nichts als eine Wiederholung der Versuche des Herrn Polotebnow (nur mit größeren Cautelen) sind, und dann erst werde ich über den Einfluß verschiedener antiseptischer Stoffe reden. Vor Allem aber halte ich eine genaue Beschreibung der Methode, welche ich zu meinen Versuchen wählte, für unumgänglich nothwendig.

I.

Bei Untersuchungen der niederen Organismen ist, was die Reinheit und Gnauigkeit betrifft, die größte Pedanterie nöthig, denn nur in diesem Falle können die Resultate irgend einen Werth haben. Doch auch bei der größten Genauigkeit und Reinheit des Experimentirens können sich dennoch einige Fehlerquellen in die Methode einschleichen und indem sie der Aufmerksamkeit des Experimentators entschlüpfen, verleiten sie denselben zu falschen Schlüssen; deßhalb ist auch die genaueste Beschreibung der Methode der Versuche eine conditio sine qua non, um der nachträglichen Kritik die Absonderung der Wahrheit vom Irrthum zu ermöglichen. Leider aber sind in dieser Hinsicht sehr viele Arbeiten nicht ohne Lücken.

Zuerst will ich einige Bemerkungen über die Gewinnung reiner Sporen, welche zur Aussaat benützt werden können, machen. Schimmelpilze, die auf irgend welchem vorher nicht durchgekochten Substrate wachsen und dabei gar nicht oder nur unvollständig von den atmosphärischen Keimen isolirt werden, sind nie rein, selbst in den Fällen, wenn sie in einem Raume sich befinden, dessen Luft nicht besonders reich an atmosphärischen Keimen ist. In derart kultivirten Schimmelpilzen findet man besonders viele Bacterien. Prof. H. Hoffmann hat auf diese Quelle des Irrthums hingewiesen, indem er sagt, daß die todten Sporen, wenn sie mit Flüssigkeit umgeben sind, sehr oft den Bacterien zur Nahrung dienen [1]). Deshalb mag Jeder, der möglichst reine Penicilliumsporen zur Aussaat gebrauchen will, sich solche dadurch bereiten, daß er dieselben durch eine Reihe von wiederholten Kulturen von anderen Schimmelpilzen und Bacterien befreit. Zu diesem Zweck habe ich folgendes Verfahren angewendet. In ein großes Reagenzrohr wurde eine kleine Menge von durchgekochtem, destillirtem Wasser eingegossen, darauf ein dünner ebenfalls durchgekochter Holzspan hineingelegt, welcher so in der Mitte zweimal gebogen war, daß er eine Art Stufe bildete. Auf diese Stufe wurde nun das gewählte, zuerst durchgekochte Substrat (ein Stück Citrone, Apfelsine, Marille, Feige, Kartoffel, Rübe oder Brod [2]) gelegt. Das Reagenzrohr wurde durch Watte verschlossen und bis zur Zimmertemperatur abgekühlt; dann wurde mittelst einer Stahlfeder, welche in einem stählernen Federhalter

---

[1]) Ueber Bacterien. Botan. Zeitung 1869, S. 285.

[2]) Zu Aussaaten von Mucor stolonifer habe ich meistens ein Stück Rübe oder Brod genommen, das letztere wurde nach dem Kochen im Luftbade etwas getrocknet; zu Aussaaten von Aspergillus macrosporus eignet sich nach meinen Beobachtungen am besten ein Stück Feige oder Marille, die übrigen erwähnten Substraten wurden nur zu Penicilliumaussaaten benutzt.

steckte und sammt ihm bis zum Rothglühen erhitzt und in rein m destillirtem Wasser schnell abgekühlt war, eine möglichst kleine Quantität Sporen genommen und rasch in die Eprouvette auf das erwähnte Substrat gelegt. Es versteht sich, daß die Eprouvette sowohl als auch die Watte jedesmal nach ein und derselben Methode gereinigt wurden, deren Beschreibung unten ausführlich gegeben wird. Nachdem das Ansäen der Penicilliumsporen in dieser Weise zwei oder dreimal wiederholt wurde, so erhielt ich stets ein hinreichend reines Material. In jeder Reihe von Versuchen wurde die Reinheit des zur Aussaat verwendeten Materials durch mikroskopische Untersuchung kontrolirt; und wenn in den Präparaten die Anwesenheit von Bacterien oder von Sporen anderer Schimmelpilze konstatirt wurde, so habe ich die ganze Reihe als eine unzuverlässige ohne Weiteres unterbrochen. Weniger sicher ist diejenige Kulturmethode, bei welcher man das Substrat mit ausgesäeten Sporen in ein breites Glas mit angeriebenen und mit frisch geschmolzenem Talg bedeckten Rändern bringt und dasselbe mit einem Glasdeckel verschließt. Wählt man diese letzte Methode, so muß man ebenfalls etwas reines destillirtes Wasser auf den Boden des Glases aufgießen und das Substrat auf ein kleineres in das größere Glas umgekehrtes Glas so auflegen, daß es in einiger Entfernung von der Wasseroberfläche zu liegen kommt. Bei Anwendung dieser Methode ist es immer rathsam, das größere und das kleinere Glas sowohl als den Deckel der größeren Sicherheit halber mit absolutem Alkohol zu reinigen.

Alle meine Versuche wurden in Reagenzröhrchen von sehr verschiedener Größe (mit einer Inhaltsfähigkeit von 10—80 c. c. gemacht); dabei aber wurden zu jeder einzelnen Reihe nur ganz gleiche Eprouvetten und gleiche Quantitäten von Pasteur'scher Flüssigkeit genommen. Vor dem Versuche wurde jedes Reagenzröhrchen zuerst mit kaltem, dann mit siedendem destillirtem Wasser gewaschen und gleich darauf in ein Luftbad hineingebracht (zusammen mit allen zu derselben Reihe gehörigen Eprouvetten) und wenigstens 30 Minuten der Einwirkung von 200—240° C. unterworfen [1]) — Die Watte, welche zum Verschluß von Eprouvetten diente, wurde zuerst 20 Minuten lang gekocht, dann in einem ganz reinen Handtuche so viel wie möglich ausgerungen und gleich darauf in ein Luftbad hineingebracht, in welchem sie 30 Minuten lang bei circa 220—150° C. getrocknet wurde. Beim Hineinlegen der Watte in das Luftbad wurde dieselbe in kleinere Stücke getheilt, wobei hauptsächlich darauf gesehen wurde, daß ein jedes solches Stück zum Versuche von einer Eprouvette hinreichend sei.

Mit Ausnahme von einzelnen Versuchen, über die ich unten ausführlicher sprechen werde, wurde in allen übrigen Versuchen die sogen. Pasteur'sche Flüssigkeit [2]) als Substrat angewendet. Pasteur hat, wie bekannt, bewiesen, daß Schimmelpilze in einer Mischung von 100 Theilen destillirten Wassers, 10 Theilen krystallisirten Zuckers (sucre candi), 0,2—0,5 Theilen sauren weinsauren Ammoniak und 0,1 Theil Hefenasche leicht wachsen können; diese Mischung will ich der Kürze wegen, dem Beispiele des Herrn Polotebnow

---

[1]) In Versuchen von Ad. Mayer (Untersuchungen über die alkoholische Gährung, den Stoffbedarf und den Stoffwechsel der Hefepflanze &c. Heidelberg. 1861. S. 13.) war das einfache Auskochen zu der sogenannten Desinfektion der Gläser hinreichend.

[2]) L. Pasteur, Mémoires sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère, examen de la doctrine des générations spontanées. Annales de chimie et de physique. 1862, Bd. LXIV. S. 106 und 107.

folgend, Pasteurische Flüssigkeit nennen [1]). Damit die Resultate der einen Versuchsreihe mit den Resultaten der übrigen Reihen vergleichbar wären, habe ich stets zur Versuchsflüssigkeit eine und dieselbe Lösung angewendet und ich habe nämlich immer auf 100 Theile destillirtes Wasser 10 Theile Kandiszucker [2]) 0,3 saures weinsaures Ammoniak und 0,2 Hefenasche genommen. Da aber die Darstellung von reiner Hefenasche [3]) sehr viel Zeit in Anspruch nimmt, so habe ich vorgezogen, das Durchglühen nicht bis zu Ende zu führen, sondern nur so lange fortzusetzen, bis die Hefenkohle zu brennen aufhörte; diese Mischung von Kohle und Asche habe ich immer in Quantitäten von 0,2 Gramm genommen. Zucker, saures weinsaures Ammoniak [4]) und Hefenasche wurden in destillirtem Wasser einige Minuten lang gekocht und die so erhaltene Lösung schnell durch schwedisches Papier filtrirt; durch dasselbe Filtre wurde so viel kochendes destillirtes Wasser hinzugegossen,

---

[1]) Uebrigens hat mein geehrter Kollega, so viel es mir scheint, diese Benennungen auch auf solche Lösungen angewendet, in welchen der Zuckergehalt ein viel größerer war, (s. russ. Ausg. seiner Arbeit, S. 108 und 47); nach meiner Meinung sollte man solche Verwechselungen zu vermeiden suchen, denn wir wissen aus der Phytophysiologie, daß es keine Nahrung der Pflanzen giebt, welche nicht bei einer bestimmten Menge zum Gifte werde; was aber den Zuckergehalt speziell betrifft, so wissen wir aus der Arbeit von Prof. Wiesner (Untersuchungen über den Einfluß, welchen Zufuhr und Entziehung von Wasser auf die Lebensthätigkeit der Hefezellen äußern. (Sep.-Abdr. a. d. Sitzungsb. d. k. Akademie d. Wissensch. 1869. Bd. LIX., S. 13—20), daß derselbe sehr deutlich auf die Morphologie und den physiologischen Prozeß der Hefezellen einwirkt, und deßhalb ist eine genaue Angabe des Zuckergehaltes in jedem einzelnen Falle nothwendig.

[2]) Die höchste Sorte vom krystallisirten Rohzucker (Kandiszucker) enthält nach den Untersuchungen von Ad. Mayer l. c., S. 10) keine unorganische Stoffe, während in dem käuflichen „Traubenzucker" bis 10 Prozent von nichtgährenden Stoffen enthalten ist, darunter auch anorganische (unter anderm Gyps). Doch nach der Meinung von Frau J. Lüders (Ueber Abstammung und Entwickelung des Bacterium termo Duj. etc. M. Schultzes Archiv. 1867. III. S. 334) bietet selbst der reine aus Alkohol auskrystallisirte Traubenzucker keinerlei besondere Vortheile. Der gewöhnliche Rohzucker enthält wie bekannt, sehr viele fremde Substanzen; deßhalb habe ich mit Ausnahme von einer Versuchsreihe stets Kandiszucker angewendet.

[3]) Die Hefenasche enthält nach den Analysen, die in dem Laboratorium des Prof. Liebig (Ueber Gährung, üb. Quelle der Muskelkraft und Ernährung (Leipzig. 1870. S. 11) gemacht worden sind, in 100 Theilen:

	I.	II.
Phosphorsäure	44,76	48,53
Kali	29,07	30,58
Natron	2,46	—
Kalk	2,39	2,10
Magnesia	4,09	4,16
Kieselsäure	14,36	—
Chlor, Kohlensäure / Eisenoxyd	2,12	—
	90,25	

Statt jedesmal Hefenasche zu bereiten, wäre es viel bequemer, eine künstliche Mischung von 0,1 Gramm phosphorsaurem Kali, 0,05 krystallisirter schwefelsaurer Magnesia und 0,001 dreibasischen phosphorsaurem Kalk (auf 20 c. c.) zu nehmen, welche nach den Versuchen von A. Mayer (Ueber den Bedarf des Hefepilzes an Bestandtheilen. Separat-Abdr. aus den landwirthschaftlichen Versuchsstationen. Bd. XI. 1869, S. 447) sich als eine sehr zweckmäßige Nahrung der Hefe erwiesen hat; doch da ich zu den ersten Versuchen Hefenasche genommen hatte, so wollte ich auch in den folgenden Reihen die Gleichartigkeit der Bedingungen nicht stören und blieb deßhalb bei der ursprünglich gewählten Zusammensetzung der Versuchsflüssigkeit.

[4]) Statt weinsaures Ammoniak könnte man auch salpetersaures nehmen (Ad. Mayer ll. c. S. 13 und 14).

bis der ursprüngliche Prozentgehalt der Flüssigkeit hergestellt war. Die in dieser Weise erhaltene Flüssigkeit von schwachsaurer Reaktion war stets vollkommen klar und durchsichtig und von angenehmem, säuerlichsüßem Geschmacke. Die durchfiltrirte Lösung wurde darauf wiederum rasch bis zum Sieden erhitzt und sogleich in die in obenerwähnter Weise dazu bereiteten Reagenzröhrchen hineingegossen und mit Watte, welche nach der oben beschriebenen Methode von allen in ihr vielleicht vorhanden gewesenen Keimen gereinigt war, sorgfältig verschlossen [1]). Nachdem die Reagenzröhrchen bis zur Zimmertemperatur abgekühlt waren, wurde eine jede von ihnen auf möglichst kurze Zeit geöffnet und mittelst der oben erwähnten Stahlfeder wurde auf der Oberfläche der Flüssigkeit eine kleine Quantität von Aussaatsporen gelegt; ganz zuletzt wurden stets diejenigen Eprouvetten geöffnet, welche zu Kontroleversuchen bestimmt und mit Ausnahme einer einzigen zur Untersuchung gewählten Bedingung ganz in derselben Weise, wie die Uebrigen behandelt wurden. In den Fällen, wo ich zu der Pasteur'schen Flüssigkeit irgend einen Stoff (Chinin, Kupfervitriol u. dgl.) hinzusetzen mußte, wurde eine bestimmte Quantität des gewählten Stoffes auf einem Uhrgläschen sorgfältig abgewogen und in das Reagenzröhrchen noch vor dem Eingießen der Pasteurischen Flüssigkeit [2]) hineingelegt, welche dann in der Eprouvette nochmals 5 Minuten lang gekocht wurde (unter nun etwas gelockertem Watteverschluß) und nachdem die Versuchsflüssigkeit bis zur Zimmertemperatur abgekühlt war, wurde, wie immer, die Aussaat gemacht. In jeder Reihe von Versuchen waren zwei Kontroleprouvetten vorhanden: die eine enthielt (sie wurde ebenfalls und auf ebenso lange Zeit als die übrigen geöffnet) Nichts als reine Pasteur'sche Flüssigkeit, die andere aber noch eine Aussaat von Sporen. Die ausgesäeten Sporen blieben stets schwimmend auf der Oberfläche (wenn ich nicht speziell darauf absah, daß sie niedersinken sollen). Zweimal des Tages (Morgens und Abends) wurden die etwa eingetretenen sichtbaren Veränderungennotirt, dann an einem bestimmten Tage (vom 2. bis 120.) wurden die Eprouvetten geöffnet und der Inhalt derselben einer genauen mikroskopischen Untersuchung unterworfen; jede Versuchsröhre, welche einmal geöffnet worden war, wurde nicht weiter in Betracht gezogen. Bei Bereitung von mikroskopischen Präparaten wurde die größte Sorgfalt und Reinheit beobachtet, damit keine Bacterien durch den Objektträger, Deckgläschen, Nadel, u. s. w. einschleichen könnten. Das Präparat wurde immer in einem Tropfen der Flüssigkeit, aus welcher es genommen wurde, untersucht; nur frischbereitetes destillirtes Wasser wurde ausschließlich zum Eintauchen der Immersionslinse gebraucht; dabei überzeugte ich mich jedesmal durch mikroskopische Untersuchung in wie weit das Wasser wirklich frei von Bacterien war. Im destillirten Wasser, welches im Laboratorium höchstens 24

---

[1]) Das direkte Erwärmen der Watte in einem Luftbade ist weniger zweckmäßig, als die obenbeschriebene Methode der Wattereinigung, weil dabei erstens die unteren Stück, der Watte einer viel höheren Temperatur ausgesetzt werden, als die oben gelegenene welche noch ganz weiß erscheinen, wenn die ersteren schon stark gebräunt sind; zweitens ist aber das Verschließen der Eprouvetten mit halbverbrannter Watte in der Hinsicht unerwünscht, als dabei in die Flüssigkeit sich stets verkohlte Theilchen der Watte senken. In Versuchen aber, in welchen man Bacterien suchen muß, ist jede Verunreinigung der Versuchsflüssikeit höchst nachtheilig.

[2]) Der größeren Bequemlichkeit wegen wurde die Flüssigkeit nicht nach dem Gewichte, sondern nach dem Volumen bestimmt; dabei wurde jeder c. c. = 1 Gramm berechnet.

Stunden gestanden hatte, konnte man schon ziemlich viele Bacterien nachweisen; und es unterliegt keinem Zweifel, daß so ein Wasser schon oft zur Quelle des Irrthums wurde [1]). Zum Beweis, daß ich wirklich rein gearbeitet habe, kann ich mich auf folgende Worte des Herrn Prof. Hoffmann [2]) berufen: „Die Bacterien sind allgemein in der Zimmerluft verbreitet, daher nach unseren jetzigen Methoden bei den Versuchen fast absolut unvermeidbar, und daher ist es viel auffallender, wenn dergleichen bleibend fehlen, als wenn sie auftreten.“ In der großen Mehrzahl meiner Versuche habe ich keine einzige Bacterie finden können (solche Präparate habe ich wiederholt dem hochgeehrten Professor Wiesner demonstrirt), und wenn in einigen Fällen dieselben auch aufzuweisen waren, so waren sie stets nur in höchst geringer Menge vorhanden (z. B. in einem Präparate konnte man 1—3 einzelne Stäbchen auffinden). Von der hinreichenden Reinheit meiner Arbeit zeugt unter anderem auch der Umstand, daß in meinen Versuchen sich nie irgend eine andere nicht zu den gesetzlichen Entwickelungsformen des Penicillium gehörige Form entwickelte [3]).

Das Erwärmen der Sporen in verschiedenen Flüssigkeiten wurde folgenderweise ausgeführt: Zwei sehr voluminöse Reagenzröhrchen (welche dazu eigens bestellt worden waren), von welchen das eine nach der oben beschriebenen Methode gereinigt war, wurden mit 60 c. c. Pasteurischer Flüssigkeit angefüllt (das füllte ²/₃ ihres Volumens aus); die nicht gereinigte Eprouvette wurde dann mit einem Kork, durch welchen ein Thermometer durchgelassen war, verschlossen; das andere Reagenzröhrchen (mit den ausgesäeten Sporen) wurde mit gereinigter Watte geschlossen, doch nur locker, damit die sich bildenden Dämpfe einen Ausgang hätten. Gleich darauf wurden die beiden Eprouvetten in ein großes Becherglas, welches mit feinem mit zwei Oeffnungen versehenen Drahtgeflechte bedeckt war, gesenkt. Die in dem Drahtgeflechte gemachten Oeffnungen waren nur so groß, daß sie die beiden Eprouvetten fest umschlossen; beide Reagenzröhren standen vollkommen vertikal, sich auf den Boden des Becherglases, dessen Mittellinie genau zwischen sie fiel, stützend. Das Becherglas wurde mit Wasser gefüllt (bei Versuchen mit höherer Temperatur wurde aber Kalklösung statt Wasser genommen); dabei wurde dafür Sorge getragen, daß die Oberfläche des Wassers in dem

---

[1]) Prof. Huxley ist in so hohem Grade von der Unmöglichkeit, ein Wasser, welches frei von Bacterien wäre, zu erhalten überzeugt, daß er sogar gänzlich die sogenannte „Reinkulturen“ leugnet, da nach seiner Meinung zur Aussaat sich immer Bacterien, welche in dem Wasser enthalten sind, gesellen (On the Relations of penicillium, Torula and Bacterium, Quarterly Journal of microscopical science. Bd. X., S. 361). Uebrigens meint Prof. Huxley dabei nicht nur die eigentlichen Bacterien, sondern auch diejenigen ganz feinen Körper $^1/_{10000}$ Zoll = 0,000625 Millimeter im Durchschnitte), aus welchen nach seiner Meinung sich Bacterien entwickeln.

[2]) Botanische Zeitung 1869, S. 266 und 267.

[3]) In dieser Hinsicht kann ich dem Herrn Polotebnow nicht beistimmen: in seinen Versuchen hat er, während der drei Monate, als in dem Laboratorium des Herrn Prof. Wiesner viele Arbeiten mit Hefe gemacht worden waren, in dem Bodensatze der Pasteur'schen Flüssigkeit fortwährend Hefezellen gefunden, während des vierten Monats, als die genannten Arbeiten in viel kleinerem Maßstabe geführt wurden, war die Abwesenheit der Hefezellen eine fast constante Erscheinung (folglich waren zuweilen dennoch Hefezellen vorhanden). Gleichzeitig mit meiner Arbeit wurde im Laboratorium des Herrn Professor Wiesner eine große Arbeit über die Hefezellen ausgeführt; zuweilen wurde frische feinzertheilte Hefe auf dem Fenster getrocknet, — dessenungeachtet aber habe ich keine einzige Hefezelle in meinen Präparaten jemals finden können, was ich auch mehrmals meinem geehrten Lehrer, Professor Wiesner, demonstrirt habe.

Becherglase dem Niveau der Flüssigkeit in den Eprouvetten genau entsprechend wäre; außerdem wurde darauf gesehen, daß die obere Grenze des Quecksilberbehälters in der Eprouvette mit dem Thermometer stets auf derselben Höhe mit den ausgesäeten Sporen in der anderen Eprouvette sich befinden möchte, zuletzt wurde auch noch darauf Acht gegeben, daß die auf die Oberfläche der Flüssigkeit ausgesäeten Sporen in keinem Falle neben den Wänden oder sogar an denselben zu liegen kämen. Das in dem Becherglase enthaltene Wasser wurde allmählich durch eine Spirituslampe erhitzt, welche so gestellt wurde, daß die Spitze der Flamme genau unter der Mitte des Becherglases sich befand. Auf einer bestimmten Temperatur wurde die Flüssigkeit der Eprouvetten 10—15 Minuten lang gehalten [1]), ein Zeitraum, welcher nach der Meinung des Prof. H. Hoffmann [2]) „weitaus hinreichend" ist, um die ganze Versuchsflüssigkeit auf die gewünschte Temperatur zu bringen. Dann wurde der lockere Watteverschluß in der Eprouvette mit den ausgesäeten Sporen fester hinausgeschoben, und das Reagenzrohr aus dem Becherglase entfernt.

Bei den Versuchen mit dem trockenen Erwärmen wurden die Sporen in oben beschriebener Weise in kleine (höchstens mit 10 c. c. Inhalt) sorgfältig gereinigte Eprouvetten hineingelegt und mit gereinigter Watte ververschlossen, dann wurden alle Reagenzröhren zugleich in ein Luftbad in liegender Stellung hineingebracht und allmählig bis zu einer bestimmten Temperatur erhitzt und 15 Minuten auf derselben gehalten; dann nachdem sie aus dem Luftbade entfernt und unter einer reinen Glasglocke abgekühlt waren, wurden dieselben mit durchgekochter und unter Watteverschluß abgekühlter Pasteurischen Flüssigkeit gefüllt. Die eine von den Kontroleprouvetten wurde ohne Aussaat gelassen; in die andere dagegen wurden nicht erhitzte Sporen ausgesäet.

Es wurde schon mehrmals bewiesen, daß der Watteverschluß zum Ausschluß der atmosphärischen Keime hinreichend ist. [3]) In meinen Versuchen war der Ausschluß dabei so vollständig, daß ich im gegenwärtigen Augenblicke mit Pasteur'scher Flüssigkeit angefüllte Eprouvetten habe, welche bei mir schon seit mehr als einem halben Jahre stehen, ohne irgend eine Spur von Trübung oder sonst irgend welche Veränderung zu zeigen. In Pasteur'scher Flüssigkeit, welche in solcher Weise vier Monate gestanden hat, konnte ich mit dem Mikroskope keine Spur von Organismen entdecken.

Ich muß noch erwähnen, daß ich zu meinen mikroskopischen Untersuchungen fast immer die Vergrößerung von 650mal (Immersionssystem 9 und Ocular 3 von Hartnack) benutzte und nur zur Kontrole wurde zuweilen eine tausendfache Vergrößerung (dasselbe System mit dem Ocular 4) angewendet; in einigen Fällen endlich habe ich Immersionssystem 10 mit dem Ocular 6 (holostère) benutzt.

---

1) Ganz in derselben Weise wurde natürlich auch die Kontroleprouvette ohne Aussaat behandelt; in der zweiten Kontroleprouvette wurden unerwärmte Sporen ausgesäet.

2) Zur Naturgeschichte der Hefe. Botanische Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium der landwirthschaftlichen Lehranstalt in Berlin, Bd. I. 1867. S. 355.

3) H. Schröder, Ueber Filtration der Luft in Beziehung auf Fäulniß, Gährung und Krystallisation. Annalen der Chemie und Pharmacie. 1861. Bd. CXVII. S. 273 und 294. Prof. J. H. Van-den-Broek, Untersuchungen über die geistige Gährung. Annalen der Chemie und Pharmacie. 1860. Bd. CXV. S. 78.

II.

Die Sporen des Penicillium glaucum wurden schon wiederholt dem Einflusse der sogenannten feuchten Erwärmung ausgesetzt. In den Versuchen von Schmitz [1]) war die höchste Temperatur, nach deren Einwirkung die Keimung der Spuren erst möglich blieb, 61° C. Prof. H. Hoffmann [2]), welcher zweifelsohne von allen, die über diese Frage gearbeitet haben, sich am meisten mit dem Einflusse der verschiedenen Arten von Erwärmen auf die Sporen beschäftigt hatte, ist zu der Ueberzeugung gekommen, daß die Sporen des Penicillium zwischen 76 und 83° C. getödtet werden. Dabei hat er sich überzeugt, daß man bei solchen Versuchen auch die Individualiät der Sporen im Auge behalten muß, so daß nur aus einer größeren Zahl von Versuchen es möglich ist, einen positiven Schluß zu ziehen (l. c. p. 281). Ueber die Entwickelung der Bacterien aus den Sporen unter dem Einflusse der feuchten Erwärmung, sagt er kein Wort, und ich glaube nicht, daß solch ein Uebergang, wenn derselbe wirklich stattgefunden hätte, von einem so umsichtigen Beobachter unbemerkt geblieben wäre. Zu ganz entgegengesetzten Resultaten ist Dr. Polotebnow [3]) gekommen: wenn Pasteur'sche Flüssigkeit mit ausgesäeten Sporen 15 Minuten lang bei 50° C. erwärmt wurde, so erschien am vierten Tage an der Oberfläche der Flüssigkeit ein „vollkommen normales und sehr üppiges Mycelium mit Fruchtpinsel." Nach 15 Minuten langem Erwärmen bei 60° C. hat Herr Polotebnow in den ersten 8 Tagen keine Veränderung bemerkt; am 10. Tage erschien „ein äußerst zartes Pilzmycelium"; bei mikroskopischer Untersuchung bemerkte man in der Flüssigkeit „sehr viele Bacterien von verschiedener Länge und Form"; außerdem waren einige von den Myciliemfäden von den Bacterien gar nicht zu unterscheiden. Bei Erwärmung der Sporen während 10—15 Minuten bei 70, 75 und 80° C. senkten sich dieselben zwischen dem 6. und 10. Tage zum Boden. Nach Maßgabe des Verschwindens der Sporen von der Oberfläche wurde die Flüssigkeit immer trüber und dabei verbreitete sich die Trübung von oben herab nach unten; bei mikroskopischer Untersuchung hat Herr Polotebnow alle Uebergänge von normalen Sporen zu den kleinen Zellen und von diesen letzteren zu Bacterien verfolgen können; Myceliumfäden hatten sich in diesen Fällen nicht entwickelt [4]). Eine 10 Minuten lange Erwärmung bei 85 und 90° C. hat dasselbe Resultat, wie das Er-

[1]) Prof. A. De Bary, Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomiceten. Leipzig. 1866. S. 210. Die Sporen wurden im Wasser erwärmt. Leider war mir die Arbeit des Herrn Schmitz nicht zugänglich und aus dem Citate von De Bary kann man nichts Näheres über die Methode dieses Experimentators schließen, und da für einige andere Pilze Schmitz viel zu niedrige Zahlen erhalten hat (für Trichtotecium roseum z. B. nur 12,5°) so kann man sich eines unwillkürlichen Zweifels, was die Genauigkeit dieser Untersuchungen betrifft, nicht erwehren.

[2]) Untersuchungen über die Keimung der Pilzsporen, Pringsheim's Jahrbücher für wissensch. Botanik. 1860. Bd. II. p. 324—328. Zur Naturgeschichte der Hefe l. c., p. 355. Ueber Bacterien, l. c., S. 271, 272, 281 und 282.

[3]) l. c., p. 21—23.

[4]) Leider ist in diesem Abschnitte nicht angegeben, auf Grund wie vieler Versuche der Verfasser diese von mir eben angeführte Beschreibung macht; an einigen Stellen ist die Darstellung eines und desselben Schlusses so abgefaßt, daß es scheint, als ob der Verfasser seinen Schluß auf Grund von mehreren Versuchen macht, an anderen Stellen aber spricht er wiederum der Art, daß man schließen muß, er habe seinen Schluß auf Grund eines einzigen Versuchs gemacht (s. z. B. den Versuch mit 1—2 Minuten langem Kochen, — l. c., p. 23).

wärmen bei 70, 75 und 80° gegeben, nur war der Gang der Entwickelung der Bacterien dabei langsamer. Dieser Einfluß der feuchten Erwärmung auf Penicilliumsporen wurde vom Herrn Polotebnow als ein Hauptbeweis des direkten genetischen Zusammenhangs der Penicilliumsporen mit den Bacterien aufgefaßt.

Ich habe meine Arbeit, wie erwähnt, in der Hoffnung angefangen, daß vielleicht auch andere hemmende Einflüsse dieselben Wirkungen auf die Sporen des Penicilliums ausüben werden, welche die feuchte Erwärmung in den Versuchen des Herrn Polotebnow gezeigt hat. Da ich aber in dieser Richtung nur gänzlich negative Resultate erhielt, so wurde in mir mit dem Zweifel auch der Wunsch rege, die Versuche meines Vorgängers zu wiederholen, um zu sehen, inwieweit der Einfluß der feuchten Erwärmung sich von anderen hemmenden Einflüssen unterscheidet. Meine Versuche aber unterscheiden sich in einigen Einzelnheiten von den Versuchen meines geehrten Landsmannes, nämlich: 1) Von der Reinheit der zur Aussaat benutzten Sporen habe ich mich jedesmal durch genaue mikroskopische Untersuchung überzeugt, und zur Aussaat habe ich nur solche Sporen verwendet, welche gänzlich frei von stäbchenförmigen Gebilden waren [1]; 2) die Watte wurde nicht direkt im Luftbade erwärmt, sondern zuerst gekocht und dann im Luftbade getrocknet (s. oben); 3) die Eprouvette, in welchen in meinen Versuchen das Thermometer eingesenkt wurde, war nicht mit einfachem Wasser, sondern mit Pasteur'scher Flüssigkeit angefüllt; es wurde in keinem Falle geduldet, daß die Sporen an den Wänden liegen blieben; 5) es wurde der Gang der Temperatur sorgfältig notirt; endlich 6) es wurden immer Kontroleprouvetten gestellt; eine oder mehrere, je nach den Umständen, waren mit Pasteur'scher Flüssigkeit gefüllt und ohne Sporen gekocht, doch ebenso wie die übrigen erwärmt worden; außerdem aber wurde zur genaueren Kontrole noch eine Eprouvette, in welcher die Aussaat von unerwärmten Sporen sich befand, zu jeder Versuchsreihe hinzugefügt. Aus Versuchsreihen von welchen jede aus 5—8 Versuchen bestand, im Ganzen — die Kontrolversuche ausgenommen — 68 Versuche) werde ich hier nur zwei anführen; dabei werde ich der Kürze wegen nicht die Beobachtungen, des einzelnen Tages anzuführen, sondern nur die Beobachtungen, jener Tage erwähnen, an welchen bedeutende Veränderungen bemerkbar wurden; die Kontrolversuche halte ich für überflüssig ausführlich anzuführen; denn in den Eprouvetten, in welchen unerwärmte (normale) Sporen ausgesäet waren, zeigte sich stets einr Mycelium schon nach 18—36 Stunden und später bildete sich eine Fruktifikation aus; dagegen aber blieb die erwärmte aber ohne Sporen gelassene Pasteurische Flüssigkeit stets ohne irgend welche Veränderung.

---

[1]) Ob Herr Polotebnow diese Vorsicht gebraucht, ist an seiner Arbeit nicht zu ersehen. Uebrigens da er bei den Bacterien die Fähigkeit, sich zu vermehren, leugnet, so konnte er die Ausschließung derselben aus der Aussaat nicht für besonders wichtig halten. Da ich aber mit der Mehrzahl der Autoren die Bacterien für vermehrungsfähig halte, so war mir auch vor Allem darum zu thun, meine Aussaatsporen frei von Bacterien zu halten. Zu Gunsten der Vermehrung der Bacterien spricht auch die Beobachtung von Löw, welcher in einem den atmosphärischen Keimen unzugänglichen Präparate die Vermehrung und das Wachsthum der Bacterien mit dem Mikroskope beobachtet hat (zur Entwickelungsgeschichte von Penicillium, Pringheim's Jahrbücher für wissensch. Botanik Bd. VII. 1869—1870. §. 478). Prof. J. Wiesner hat mir ebenfalls mitgetheilt, daß er der Meinung des Herrn Polotebnow über die Unfähigkeit der Bacterien, sich zu vermehren, nie beistimmen konnte.

Versuchsreihe A.

Die Methode der Versuche ist schon bekannt. Zur Aussaat wurden reine, frische Sporen des Penicillium (für 5 Eprouvetten) von einem Stück Citrone genommen; die Sporen des Mucor stolonifer (Rhizopus nigricans Ehrenb.) aber von einem Stückchen Roggenbrod. Der Gang der Temperatur war folgender:

Eprouvette Nr. 1.
Anfang der Erwärmung
um 7 Uhr 37 M. Vm.
„ 7 „ 49 „ „ = 40° C.
„ 7 „ 55 „ „ = 45
„ 7 „ 57 „ „ = 47
„ 7 „ 59 „ „ = 50

Eprouvette Nr. 2.
Anfang der Erwärmung
um 8 Uhr 49 M. Vm.
„ 9 „ 6 „ „ = 40° C.
„ 9 „ 9 „ „ = 45
„ 9 „ 12 „ „ = 50
„ 9 „ 17 „ „ = 55
„ 9 „ 19 „ „ = 58
„ 9 „ 21 „ „ = 60
„ 9 „ 22 „ „ = 60

Eprouvette Nr. 3.
Anfang der Erwärmung
um 9 Uhr 40 M. Vm.
„ 9 „ 53 „ „ = 45° C.
„ 9 „ 57 „ „ = 50
„ 10 „ 1 „ „ = 56
„ 10 „ 5 „ „ = 60
„ 10 „ 10 „ „ = 65
„ 10 „ 15 „ „ = 70

Eprouvette Nr. 4.
Anfang der Erwärmung
um 10 Uhr 35 M. Vm.
„ 10 „ 47 „ „ = 40° C.
„ 10 „ 50 „ „ = 45
um 10 Uhr 52 M. Vm. = 50° C.
„ 10 „ 54 „ „ = 55
„ 10 „ 57 „ „ = 60
„ 11 „ 0 „ „ = 65
„ 11 „ 5 „ „ = 70
„ 11 „ 9 „ „ = 75
„ 11 „ 13 „ „ = 79
„ 11 „ 15 „ „ = 80

Eprouvette Nr. 5.
Anfang der Erwärmung
um 11 Uhr 30 M. Vm.
„ 11 „ 41 „ „ = 40° C.
„ 11 „ 44 „ „ = 45
„ 11 „ 46 „ „ = 50
„ 11 „ 48 „ „ = 55
„ 11 „ 51 „ „ = 60
„ 11 „ 53 „ „ = 65
„ 11 „ 56 „ „ = 70
„ 11 „ 59 „ „ = 75
„ 12 „ 1 „ Nm. = 80
„ 12 „ 4 „ „ = 85
„ 12 „ 9 „ „ = 89
„ 12 „ 10 „ „ = 90
„ 12 „ 11 „ „ = 90

Eprouvette Nr. 6.
Anfang der Erwärmung
um 12 Uhr 35 M. Nm.
„ 12 „ 45 „ „ = 40° C.
„ 12 „ 47 „ „ = 45
„ 12 „ 48 „ „ = 48
um 12 Uhr 49 M. Nm. = 50° C.
„ 12 „ 50 „ „ = 50
„ 12 „ 55 „ „ = 50

Eprouvette Nr. 7.
Anfang der Erwärmung
um 1 Uhr 3 M. Nm.
„ 1 „ 11 „ „ = 40° C.
„ 1 „ 13 „ „ = 45
„ 1 „ 15 „ „ = 50
„ 1 „ 17 „ „ = 55
„ 1 „ 19 „ „ = 60
„ 1 „ 22 „ „ = 65
„ 1 „ 25 „ „ = 69
„ 1 „ 29 „ „ = 70

Eprouvette Nr. 8.
Anfang der Erwärmung
um 1 Uhr 42 M. Nm.
„ 1 „ 52 „ „ = 40° C.
„ 1 „ 53 „ „ = 45
„ 1 „ 55 „ „ = 50
„ 1 „ 56 „ „ = 55
„ 1 „ 57 „ „ = 60
„ 2 „ 0 „ „ = 65
„ 2 „ 2 „ „ = 70
„ 2 „ 4 „ „ = 75
„ 2 „ 6 „ „ = 80
„ 2 „ 9 „ „ = 85
„ 2 „ 12 „ „ = 89
„ 2 „ 15 „ „ = 90
„ 2 „ 16 „ „ = 90[1])

---

[1]) Bei dem sorgfältigsten Reguliren der Flamme wollte es mir dennoch nicht gelingen, die Temperatur auf einem und demselben Grade während des ganzen Erwärmens zu halten, wie das, wie es scheint, dem Herrn Polotebnow gelungen war.

Der Gang der Entwickelung der ausgesäeten Sporen.

Penicillium glaucum					Mucor stolonifer [1])		
Nr. 1 (10 Min. von 40 bis 50° C.)	Nr. 2 (10 Min. von 50 bis 60° C.)	Nr. 3 (10 Min. von 60 bis 70° C.)	Nr. 4 (10 Min. von 70 bis 80° C.)	Nr. 5 (10 Min. von 80 bis 90° C.)	Nr. 6 (10 Min. von 40 bis 50° C.)	Nr. 7 (10 Min. von 60 bis 70° C.)	Nr. 8 (10 Min. von 80 bis 90° C.)
Am 2. Tage: Deutliche Myceliumwölkchen auf der Oberfläche der Flüssigkeit, unten pulveriger Anflug. Am 3. Tage: $^3/_4$ der Oberfläche sind durch das Wölkchen besetzt. Am 4. Tage: Fast die ganze Oberfläche ist mit einer grünen Schicht bedeckt. Am 7. Tage: Auf der Oberfläche entwickelten sich einige Coremia. Am 12. Tage: Das obere Häutchen ist bedeutend dicker geworden; auf dem Boden der Eprouvette hat sich der pulverige Anflug vergrößert und außerdem ein kleines Wölkchen gebildet.	Am 6. Tage: Am Boden ein deutliches Wölkchen. Am 8. Tage: Das Wölkchen hat sich vergrößert; aus den Sporen auf der Oberfläche sieht man deutliche dünne Myceliumfäden in die Flüssigkeit austreten. Am 11. Tage: Auf der Myceliuminsel an der Oberfläche sieht man Anfänge der Fructifikation. Alles hat sich vergrößert. Am 12. Tage: Die ganze Oberfläche ist mit Fructifikation bedeckt. Das untere Wölkchen nimmt $^1/_4$ der Flüssigkeit ein.	Am 5. Tage: Am Boden Spuren von einem pulverigen Anfluge. Am 7. Tage: Dem Anfluge unten hat sich noch ein Wölkchen hinzugesellt. Am 8. Tage: Die Sporen an der Oberfläche haben feine Myceliumfäden getrieben. Am 12. Tage: An der Oberfläche eine üppige Fructifikation. Das Wölkchen unten ist viel größer geworden.	Am 8. Tage: Spuren von einem pulverigen Anfluge am Boden. Am 10. Tage: Der Anflug ist deutlicher. Am 16. Tage: Ein Theil der Sporen hat sich auf den Boden gesenkt. Am 70. Tage: Es ist noch immer keine weitere Veränderung zu bemerken.	Am 13. Tage: Unten sind Spuren von einem pulverigen Anfluge zu bemerken. Am 22. Tage: Ein Theil der Sporen hat sich auf den Boden gesenkt. Am 70. Tage: Es ist noch immer keine weitere Veränderung zu bemerken.	Auf der Oberfläche schwimmt ein dunkler kleiner Haufen mit Sporangien. Am 3. Tage: Unter dem Haufen sieht man ein kleines Myceliumwölkchen; am Boden ein pulveriger Anflug. Am 4. Tage: Das obere Wölkchen hat sich vergrößert; unten ist ein kleines Wölkchen bemerkbar. Am 12. Tage: Im großen Wölkchen an der Oberfläche sind mehrere Gasblasen zu sehen. Am 17. Tage: Es sind schon einige Sporenköpfchen erschienen. Am 20. Tage: Ziemlich lebhafte Fructifikation.	Auf der Oberfläche schwimmen 2 dunkle kleine Häufchen mit Sporangien. Am 4. Tage: Am Boden sind ein pulveriger Anflug und ein kleines Wölkchen bemerkbar. Am 5. Tage: Das untere Wölkchen nimmt $^1/_4$ der Flüssigkeit ein. Aus dem Aussaatshaufen treten Myceliumfäden aus. Am 10. Tage: Das untere Wölkchen hat sich mit dem oberen vereinigt. Am 13 Tage: Aus der Wolke hat sich eine Haut an der Oberfläche gebildet, von welcher die Stolonen sich erheben. Am 19. Tage: Anfang der Fructifikation.	Auf der Oberfläche schwimmt ein dunkler kleiner Haufen mit Sporangien. Am 4. Tage: Spuren von einem pulverigen Anfluge auf dem Boden. Am 6. Tage: Der Anflug ist etwas deutlicher. Am 70. Tage: Keinerlei Veränderung; nur der Anflug ist noch etwas deutlicher geworden.

Im Anfange schwammen alle ausgesäeten Sporen auf der Oberfläche der Flüssigkeit in Form kleiner Häufchen. Am Ende der Versuche war die Flüssigkeit in allen 5 Eprouvetten ganz durchsichtig geblieben (ausgenommen die Stellen, wo sie durch Wölkchen verdeckt war).

In den Eprouvetten Nr. 6 und Nr. 8 ist die Flüssigkeit, wie im Anfange des Versuches, vollkommen klar; in der Eprouvette Nr. 7 ist die Klarheit der Flüssigkeit durch die Wolke markirt.

[1]) Ich konnte kein Mittel finden, um zur Aussaat die Sporangien des Mucor stolonifer ganz ohne Stolonen zu bekommen; in Folge dessen hatte die Aussaat dieses Pilzes immer die Form eines kleinen Haufens, der an einen Haufen von Spinngewebe lebhaft erinnerte.

Nr. 1 wurde am 16. Tage mikroskropisch untersucht. In den Präparaten, welche aus dem Häutchen von der Oberfläche der Flüssigkeit gemacht worden sind, sieht man vollkommen normale Myceliumfäden; nur einige von ihnen zeigen grobkörnigen Inhalt. Die Pinselbildung ist ganz normal; eine Menge von freien kugelrunden Sporen, die meistens ziemlich deutliche Vacuolen zeigen. In den Präparaten aus der Flüssigkeit finden sich, obgleich selten, Sporen, welche theils ein ganz normales Aussehen haben, theils aber etwas vergrößert sind, ohne noch den Charakter der Sporen zu verlieren, außerdem sieht man auch kleine Hefezellen von Penicillium (von 0,0024 bis 0,0040 Millimeter im Diameter). In den Präparaten, welche aus dem Bodensatze genommen wurden, sieht man eine Menge von keimenden Macrosporen, außerdem findet man alle Uebergänge von Sporen zu Macrosporen, und zu Sporen von Penicilliumhefezellen. Nirgends kann man eine Bacterie bemerken. Alle diese Präparate wurden dem Hrn. Professor Wiesner demonstrirt.

Nr. 2 und 3 wurden an demselben Tage untersucht und haben dasselbe Resultat, wie Nr. 1 gegeben.

Nr. 7 wurde der mikroskropischen Untersuchung am 20. Tage unterworfen. In den Präparaten, welche aus dem Häutchen gemacht worden, sieht man üppige, außerordentlich reine Myceliumsfäden des Mucors, welche an vielen Stellen mit s. g. Gemmae versehen sind; einige Fäden zeigen conidienartige Abschnürungen (Bildung der s. g. Kugelhefe); die einzelnen Mucorsporen kommen nur selten vor. In den aus der Flüssigkeit selbst entnommenen Präparaten findet man nichts als einzelne Mucorsporen und auch diese nur in geringer Zahl. Im Bodensatze zeigte die mikroskopische Untersuchung theils Zellen der Kugelhefe, theils Mucorsporen. Nirgends waren irgend welche fremde Organismen zu sehen. Alle Präparate wurden dem Herrn Prof. Wiesner demonstrirt.

Nr. 6 wurde am 22. Tage mikroskopisch untersucht, dabei erhielt ich dasselbe Bild, wie im vorhergehenden Falle; nur in Präparaten aus dem Häutchen waren viele Sporangien zu sehen.

Nr. 4 und 5 wurden am 71. Tage untersucht und dabei folgendes gefunden: Die Sporen, welche auf der Oberfläche schwimmen, sehen etwas vergrößert aus; ihre Form ist oft eine unregelmäßig runde; Vacuolen sind in denselben nicht zu bemerken, der Inhalt ist mehr oder weniger grobkörnig. In der Flüssigkeit selbst ist nichts aufzufinden. Der Bodensatz besteht aus eben solchen Sporen, wie die, welche auf der Oberfläche schwimmen, aus einer ziemlich großen Menge von punktförmigen (bei einer tausendfachen Vergrößerung) unbeweglichen Körnern und aus den Zellen der Penicilliumhefe, welche aber keine Sprossung und keine regelmäßigen Vacuolen zeigen. Keine einzige Bacterie.

Versuchsreihe B.

Die Methode der Versuche ist dieselbe, wie in der vorherigen Reihe. Zur Aussaat wurden reine Penicilliumsporen genommen. Der Gang der Erwärmung ist folgender:

Eprouvette Nr. 1.
Anfang der Erwärmung
um 8 Uhr 35 M. Vm.

„ 8 „ 50 „ „ = 40° C.	um 8 Uhr 57 M. V. = 50° C.	um 9 Uhr 8 M. V. = 62° C
„ 8 „ 52 „ „ = 43	„ 8 „ 58 „ „ = 52	„ 9 „ 10 „ „ = 63
„ 8 „ 54 „ „ = 45	„ 9 „ 0 „ „ = 54	„ 9 „ 12 „ „ = 64
„ 8 „ 56 „ „ = 48	„ 9 „ 2 „ „ = 56	„ 9 „ 15 „ „ = 65
	„ 9 „ 4 „ „ = 58	„ 9 „ 18 „ „ = 65
	„ 9 „ 5 „ „ = 60	„ 9 „ 20 „ „ = 65

Eprouvette Nr. 2.
Anfang der Erwärmung
um 9 Uhr 53 M. Vm.
„ 10 „ 15 „ „ = 38° C.
„ 10 „ 16 „ „ = 41
„ 10 „ 18 „ „ = 44
„ 10 „ 21 „ „ = 51
„ 10 „ 25 „ „ = 55
„ 10 „ 27 „ „ = 58
„ 10 „ 28 „ „ = 60
„ 10 „ 30 „ „ = 62
„ 10 „ 33 „ „ = 65
„ 10 „ 36 „ „ = 67
„ 10 „ 38 „ „ = 70
„ 10 „ 42 „ „ = 72
„ 10 „ 44 „ „ = 73
„ 10 „ 48 „ „ = 74
„ 10 „ 50 „ „ = 75
„ 10 „ 53 „ „ = 75

Eprouvette Nr. 3.
Anfang der Erwärmung
um 11 Uhr 7 Min. Vm.
um 11 Uhr 15 M.V. = 50° C.
„ 11 „ 20 „ „ = 55
„ 11 „ 21 „ „ = 58
„ 11 „ 22 „ „ = 60
„ 11 „ 24 „ „ = 65
„ 11 „ 26 „ „ = 70
„ 11 „ 28 „ „ = 73
„ 11 „ 29 „ „ = 75
„ 11 „ 31 „ „ = 80
„ 11 „ 33 „ „ = 82
„ 11 „ 35 „ „ = 82
„ 11 „ 40 „ „ = 83
„ 11 „ 43 „ „ = 81
„ 11 „ 45 „ „ = 85
„ 11 „ 46 „ „ = 85

Eprouvette Nr. 4.
Anfang der Erwärmung
um 12 Uhr 30 M. Nm.
„ 12 „ 45 „ „ = 55° C.
„ 12 „ 47 „ „ = 60
„ 12 „ 48 „ „ = 65
„ 12 „ 50 „ „ = 70
um 12 Uhr 52 M.N. = 75° C.
„ 12 „ 54 „ „ = 80
„ 12 „ 59 „ „ = 85
„ 1 „ 4 „ „ = 88
„ 1 „ 6 „ „ = 89
„ 1 „ 8 „ „ = 90
„ 1 „ 10 „ „ = 90
„ 1 „ 12 „ „ = 9)
„ 1 „ 14 „ „ = 90

Eprouvette Nr. 5.
Anfang der Erwärmung
um 1 Uhr 19 M.Nm. = 88° C.
„ 1 „ 20 „ „ = 87
„ 1 „ 22 „ „ = 85
„ 1 „ 23 „ „ = 85
„ 1 „ 24 „ „ = 85
„ 1 „ 26 „ „ = 88
„ 1 „ 27 „ „ = 90
„ 1 „ 29 „ „ = 90
„ 1 „ 30 „ „ = 90
„ 1 „ 35 „ „ = 90

Der Gang der Entwickelung der ausgesäeten Sporen.

Nr. 1 (15 Min. von 60 bis 65° C.)	Nr. 2 (15 Min. von 70 bis 75° C.)	Nr. 3 (15 Min. von 80 bis 85° C.)	Nr. 4 (15 Min. von 85 bis 90° C.)	Nr. 5 (15 Min. v 85 bis 90° C.)[1]
Die ausgesäeten Sporen schwimmen in Form kleiner Inseln auf der Oberfläche.				
Am 4. Tage: Auf dem Boden ein kleines Wölkchn; im Uebrigen keine Veränderung. Am 10. Tage: Das untere Wölkchen nimmt 1/4 der Flüssigkeit ein. Oben kleine Myceliumwölkchen. Am 11. Tage: Die oberen Wölkchen haben eine größere Haut gebildet, welche sich mit üppiger grüner Fructifikation bedeckt hat; das untere Wölkchen nimmt 1/3 der Flüssigkeit ein. Am 13. Tage: Das Häutchen oben und die Fructifikation decken fast die ganze Oberfläche zu; die Wolke unten nimmt die Hälfte der Flüssigkeit ein.	Am 5. Tage: Unten scheint ein Wölkchen sich zu bilden. Am 10. Tage: Das Wölkchen unten hat sich viel vergrößert, aber dennoch ist es kleiner als eben solches in Nr. 1. Am 14. Tage: Das Wölkchen unten nimmt 1/4 der Flüssigkeit ein; die Sporen auf der Oberfläche treiben nach unten in die Flüssigkeit zarte Myceliumfäden Am 13. Tage: Oben haben sich schon Inseln gebildet, welche einen Anfang von Fructifikation zeigen; die Wolke unten nimmt 1/3 der Flüssigkeit ein. Am 20. Tage: Oben üppige grüne Fructifikation; die untere Seite des Häutchens hat eine gelbliche Färbung angenommen. Am 22. Tage: Keine weitere Veränderung.	Am 4. Tage: Unten bildet sich, wie es scheint, ein pulveriger Anflug. Am 11. Tage: Außer dem Anfluge hat sich unten noch ein kaum bemerkbares Wölkchen gebildet. Am 15. Tage: Das Wölkchen unten hat sich bedeutend vergrößert, aber es ist dennoch kleiner als das Wölkchen in Nr. 2. Die Sporen auf der Oberfläche treiben zarte Mycelien. Am 18. Tage: Anfang der Fructifikation auf den Haufen des Myceliums, welche sich auf der Oberfläche befinden; unten nimmt die Wolke fast 1/3 der Flüssigkeit ein. Am 22. Tage: Bietet fast gar keinen Unterschied von Nr. 2.	Am 4. Tage: Am Boden ein höchst unbedeutender pulveriger Anflug. Am 18. Tage: Der Anflug am Boden hat sich etwas vergrößert; außerdem hat sich unten ein kleines Wölkchen gebildet. Oben hat sich ebenfalls ein kleines Wölkchen gebildet. Am 21. Tage: Ueber der ziemlich großen Myceliuminsel auf der Oberfläche der Flüssigkeit hat sich grüne Fructifikation gezeigt; das Wölkchen unten ist so groß, wie eine Bohne.	Am 4. Tage: Spuren von eiuem pulverigen Anfluge am Boden. Am 15. Tage: Unten ein kleines Wölkchen. Am 22. Tage: Das untere Wölkchen nimmt 1/4 der Flüssigkeit ein. Am 25. Tage: Die Sporen auf der Oberfläche haben zarte Mycelien zu treiben angefangen. Am 26. Tage: Auf einem ziemlich großen Myceliumhaufen an der Oberfläche bildet sich, wie es scheint, Fructifikation. Am 27. Tage: Deutliche Fructifikation; die Wolke unten nimmt 1/3 der Flüssigkeit ein. Am 42. Tage: Die untere Seite des Häutchens hat eine gelbe Färbung angenommen. Das Uebrige ohne Veränderung.

[1]) Dieser Versuch wurde im Vergleich zu den vier ersten derselben Reihe in der Hinsicht abgeändert, daß die Eprouvette, in welcher die Pasteur'sche Flüssigkeit, natürlich kalt war, plötzlich in bis 88° C. erwärmtes Wasser gesenkt wurde.

An Stellen, welche frei von Wolken sind, ist die Flüssigkeit in allen Eprouvetten vollkommen klar.

Nr. 1 wurde am 14. Tage mikroskopisch untersucht. Die Präparate wurden dem Herrn Professor Wiesner demonstrirt. Im Häutchen an der Oberfläche sind sowohl die Mycelien, als auch die Pinselbildung und einzelne Sporen vollkommen normal. In der Wolke unten sieht man sehr üppige, vollkommen normale Myceliumfäden, welche stellenweise Erweiterungen bilden. Keine einzige Bacterie.

Nr. 2 wurde am 22. Tage mikroskopisch untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchung waren dieselben, wie in dem vorhergehenden Falle; nur waren in dem Bodensatze auch keimende Sporen zu sehen; und unter anderm bildete sich auch folgende seltene Form; aus einer Makrospore entwickelte sich ein Myceliumfaden, welcher direkt Basidien mit bleichen sich abschnürenden Sporen bildete [1]).

Nr. 3 und 4 wurden am 23. Tage mikroskopisch untersucht; die Ergebnisse waren dieselben.

Nr. 5 wurde am 50. Tage mikroskopisch untersucht. Es waren dabei vollkommen normale Formen des Penicilliums zu sehen. Das Bild war genau dasselbe, wie in Nr. 1. Die Myceliumfäden enthielten einen gelben Farbstoff. Die Resultate aller meiner Versuche waren verhältnißmäßig sehr übereinstimmend. Das feuchte Erwärmen hat auf kürzere oder längere Zeit die volle Entwickelung des Penicillium aufgehalten; dabei konnte man bemerken, daß je höher die angewandte Temperatur war, desto dauernder war auch ihr Einfluß auf die Entwickelung des Pilzes; das erste Erscheinen von Mycelien wurde in einigen Versuchen erst am 21. bis 23. Tage bemerkbar. Es ist fernerhin zu bemerken [2]), daß die Myceliumwölkchen zuerst meistens unten erschienen, und die auf der Oberfläche schwimmenden Sporen erst später zu keimen begannen. Die höchste Temperatur nach deren Einwirkung ich noch eine Entwickelung des Penicilliums [3]) wahrgenommen habe (in 3 Versuchen), war 85—90° C.; aber in zwei von diesen drei Versuchen wurden die Eprouvetten mit Pasteur'scher Flüssigkeit und ausgesäeten Sporen direkt in schon erwärmtes Wasser eingesenkt; nach den Beobachtungen von Prof. H. Hoffmann [4]), von deren Richtigkeit ich mich mehrmals zu überzeugen Gelegenheit hatte, wirkt aber ein derartiges Erwärmen schwächer, als das allmähliche Erwarmen, bei welchem die Eprouvette in kaltes Wasser eingesenkt wird. Nach einmal eingetretener vollständiger Entwickelung unterscheidet sich Penicillium in diesen Fällen durch Nichts von seinem normalen Typus.

---

[1]) Das ist der einzige Fall, in welchem ich gesehen habe, daß die Bildung der Sporen mitten in einer Flüssigkeit, weit von der Oberfläche vor sich gehen kann. Der allgemeine Charakter des Bildes war ein derartiger, daß ich mich überzeugen mußte, daß hier keine Rede von einem Niedersinken dieser Formen von der Oberfläche sein konnte. In dem genau untersuchten Häutchen, welches sich auf der Oberfläche befand, war keine einzige solche Form zu sehen.

[2]) Dasselbe hat auch Pasteur beobachtet, als er in seiner Flüssigkeit Sporen, welche vorher dem Einflusse trockener Erwärmung unterworfen waren, kultivirt hat (l. c., p. 97).

[3]) Für Mucor stolonifer war die höchste Temperatur, bei welcher er noch entwicklungsfähig blieb, — unter Entwickelung eines Pilzes verstehe ich immer eine vollständige, d. h. mit normaler Fruktifikation — 75—80° C. Dabei entwickelten sich ebenfalls keine Bacterien.

[4]) Zur Naturgeschichte der Hefe l. c., S. 355.

Bacterien wurden dabei nie beobachtet. [1]) Die Abwesenheit der Bacterien in meinen Versuchen scheint übrigens mit den Beobachtungen von L. Pasteur [2]) übereinzustimmen, welcher, indem er über die Zweckmäßigkeit der von ihm vorgeschlagenen Flüssigkeit für die Schimmelkulturen spricht, unter Anderem folgendes sagt: „Par la précaution de l'emploi d'un sel acide d'ammoniaque on empèche le développement des infusoires, (Pasteur hält, wie bekannt, die Bacterien für Infusionsthierchen); qui par leur présence, arrêteraient bientôt le progrès de la petite plante en absorbant l'oxygène del'air, dont la mucédinée ne peut sepasser."

Ich habe ebenfalls Versuche mit dem Kochen (in Pasteur'scher Flüssigkeit) der Sporen von Penicillium glaucum, Mucor stolonifer und Aspergillus macrosporus angestellt. In eine nach oben erwähnter Methode gereinigte Eprouvette habe ich Pasteur'sche Flüssigkeit eingegossen, dann reine eigens dazu gewonnene Sporen ausgesäet, und nachdem ich die Eprouvette mit gereinigter Watte verschloß (der Watteverschluß wurde dabei nur locker aufgelegt, damit die Dämpfe entweichen könnten), habe ich die Flüssigkeit mit den ausgesäeten Sporen über einer Spirituslampe 60, 40, 20, 10 und 5 Minuten lang gekocht. [3])

Nach beendetem Kochen wurde die Watte hineingeschoben, und dabei wie immer dafür gesorgt, daß der Wattepfropf recht fest schließen möge. Jeder von den eben genannten Versuchen (60, 40, 20, 10 und 5 Minuten) wurde zweimal wiederholt; in keinem einzigen von diesen 30 Versuchen habe ich die Entwickelung irgend welcher Organismen bemerken können, selbst nach Verlauf von 4 Monaten; zuletzt war in den Eprouvetten nur die Hälfte der Flüssigkeit, welche nach dem Kochen in ihnen sich befand, übrig geblieben. Die Tödtung der Sporen gab sich selbst in der Veränderung der ursprünglichen Färbung derselben kund; sie wurden nämlich bleicher, während die Pasteur'sche Flüssigkeit je nach den Sporen, bald die eine, bald die andere Färbung annahm; bei Kochversuchen mit Penicilliumsporen wurde die Flüssigkeit schwach grünlich, mit Mucorsporen gelblich, und mit Aspergillussporen lichtbraun. Alle Sporen sanken in diesen Versuchen zu Boden. Bei mikroskopischer Untersuchung sah man eine Masse von feinkörnigem Detritus und Sporen, welche ein ganz verändertes körniges Aussehen hatten; stellenweise fanden sich auch die zusammengeschrumpften Membranen der Sporen, welche besonders charakteristisch bei Versuchen mit Sporen von Mucor stolonifer waren.

Der Umstand, daß selbst 5 Minuten langes Kochen die Sporen der drei genannten Schimmelpilze entschieden tödtet, stimmt mit den Resultaten der meisten Beobachter, welche in dieser Richtung gearbeitet haben. Uebrigens sind die Versuche über diesen Gegenstand bei Weitem nicht so zahlreich, als

---

[1]) Die sich widersprechenden Beobachtungen der Herren Polotebnow und Manasseïn über die so wichtige Frage eines etwaigen Zusammenhanges von Penicillium und Bacterien haben mich veranlaßt, die Versuche mit Erhitzung der Penicilliumsporen in Pasteur'scher Flüssigkeit zu wiederholen. Bei völligem Ausschluß der atmosphärischen Keime und Anwendung von frischen und gänzlich reinen Sporen gelangte ich zu Resultaten, welche mit denen von Dr. Manasseïn in allem übereinstimmten. Wiesner.

[2]) l. c., S. 107.

[3]) Bei Versuchen, in welchen das Kochen länger als 10 Minuten dauerte, wurde die Pasteurische Flüssigkeit (vor dem Kochen) mit einer entsprechenden Quantität reinen Wassers versetzt.

man es erwarten könnte. Spallanzani (de Bary, l. c., S. 210), hat behauptet, daß das Kochen die Sporen von Mucor stolonifer nicht tödten könne. Pasteur sagt, ohne den Schimmel, mit dessen Sporen er seine Versuche machte, genauer zu bestimmen, daß dieselben eine Erwärmung von 100° C. im Wasser nicht ertragen — „ce que j'ai d'ailleurs constaté par des expériences directes“ (l. c., S. 60). Prof. E. Hallier sagt, daß das 8—10 Minuten lange Kochen die Penicilliumsporen entschieden tödtet [1]). In seinen Gährungserscheinungen [2]) drückt er sich aber schon weniger bestimmt aus: „Die Siedhitze tödtet die Sporen sehr bald, die Kernhefe etwas langlangsamer“ und etwas weiter: „die Siedhitze des Wassers zerstört in etwa 30 Minuten alle Pilzelemente“. Dr. Polotebnow [3]) endlich hat gefunden, daß in der Flüssigkeit, in welcher die Penicilliumsporen 1—2 Minuten gekocht waren, sich nach 15 Tagen ein ganz normales Mycelium entwickelt hatte; die mikroskopische Untersuchung, welche am 22. Tage unternommen wurde, zeigte Abwesenheit der Pinselbildung und Anwesenheit der Bacterien. Bei 3—5 Minuten langem Kochen hat Dr. A. Polotebnow keine Entwickelung irgend welcher Organismen gesehen [4]).

Der Uebergang der Penicilliumsporen in die Bacterien war in den Versuchen des Herrn Polotebnow noch deutlicher bei 15 Minuten langem Kochen der Sporen in einer mit einigen Tropfen Ammoniaklösung versetzten Pasteur'schen Flüssigkeit. [5]) Nach Verlauf von 20 Tagen wurde dabei oben in der Flüssigkeit eine kleine Trübung bemerkbar, welche am 29. Tage durch ein schleimiges Wölkchen ersetzt wurde. Die mikroskopische Untersuchung der stark alkalischen Flüssigkeit zeigte alle möglichen Uebergänge von normal großen Sporen zu ganz kleinen Zellen und 1—4 gliedrigen Bacterien.

In meinen Versuchen hat der Zusatz von Ammoniaklösung ebensowenig die Entwickelung der Bacterien befördert, wie das feuchte Erwärmen es gethan hatte. Aus 12 derartigen Versuchen werde ich hier der Kürze wegen nur vier anführen; die zwei Kontroleprouvetten will ich nur kurz erwähnen. Der eine Kontrolversuch bestand aus Pasteur'scher Flüssigkeit ohne Sporen und blieb selbst am 70. Tage noch vollkommen klar, der andere Kontrolversuch war mit Aussaat und hat eine üppige Fruktifikation schon am dritten Tage gegeben.

Versuchsreihe C.

Die Reinigung der Eprouvetten und der Watte und die Bereitung der Pasteur'schen Flüssigkeit waren dieselben wie immer. Zur Aussaat dienten reine Sporen des Penicilliums, welche von einem in Zuckerwasser durchge-

---

[1]) Die pflanzlichen Parasiten des menschlichen Körpers. Leipzig. 1866. S. 53. Beobachtungen über Lepthotrix und Hefe. Botanische Zeitung 1865. Bd. XXIII. S. 290.

[2]) Gährungserscheinungen. Untersuchungen über Gährung, Fäulniß und Verwesung. Leipzig. 1867. S. 92.

[3]) Ueber den Ursprung und die Vermehrung der Bacterien, l. c., S. 25 und 24.

[4]) Prof. Karsten (Chemismus der Pflanzenzelle. Wien. 1869. S. 69.) behauptet zwar, Polotebnow hätte gefunden, „daß Penicillium-Gonidien, die bis 5 Minuten in kochendem Wasser sich befanden, neben Vibrionen vollständig normales und fruktificirendes Mycelium entwickeln,“ — das beruht aber auf irgend einem Mißverständnisse seitens des geehrten Verfassers, wahrscheinlich wurde er irre geführt durch den auf dem pag. 23 beschriebenen Versuch des Herrn Polotebnow.

[5]) Soviel ich begreife hat der Verfasser diesen Schluß auf Grund eines einzigen Versuches gemacht. Der genaue Prozentgehalt des Ammoniak ist leider aus der Beurtheilung des Versuches nicht zu ersehen.

kochten Kartoffelstücke genommen wurden. Die in den Eprouvetten Nr. 3 und 4 ausgesäeten Sporen wurden folgendermaßen erwärmt:

Eprouvette Nr. 3.	um 4 Uhr 38 M. Nm. = 60° C.	um 5 Uhr 6 M. Nm. = 75° C.
Anfang der Erwärmung	„ 4 „ 39 „ „ = 60	„ 5 „ 8 „ „ = 80
um 4 Uhr 17 Min. Nm.		„ 5 „ 10 „ „ = 85
„ 4 „ 27 „ „ = 45° C.	**Eprouvette Nr. 4.**	„ 5 „ 15 „ „ = 89
„ 4 „ 29 „ „ = 50	Anfang der Erwärmung	„ 5 „ 17 „ „ = 90
„ 4 „ 30 „ „ = 55	um 4 Uhr 45 Min. Nm.	„ 5 „ 18 „ „ = 90
„ 4 „ 32 „ „ = 60	„ 5 „ 0 „ „ = 70° C.	

. Die zu diesen Versuchen benutzte Ammoniaklösung wurde immer frisch bereitet; unter dem Mikroskope waren in derselben keine Bacterien zu bemerken (in alten und verdünnten Ammoniaklösungen werden solche ziemlich oft gefunden).

Der Gang der Entwickelung:

Nr. 1. 12 C.C. Pasteur'scher Flüssigkeit + 2 Tropfen von Ammoniaklösung.	Nr. 2. 12 C.C. Pasteurischer Flüssigkeit + 4 Tropfen von Ammoniaklösung.	Nr. 3. 12 CC Past. Flüssigkeit + 5 Tropfen von Ammoniaklösung (10 Min. von 50 bis 60° C.)	Nr. 4. 12 CC Past. Flüssigkeit + 6 Tropfen von Ammoniaklösung (10 Min. von 80 bis 90° C.)
Am 5. Tage: Unten ein pulveriger Anflug. Am 13. Tage: Der Anflug hat sich vermehrt. Die Sporen auf der Oberfläche haben zarte weiße Myceliumfäden getrieben. Am 16. Tage: Auf dem Wölkchen an der Oberfläche fängt, wie es scheint, die Fructifikation an. Am 18. Tage: Ueppige grüne Fructifikation; unten ein kleines Wölkchen.	Am 18. Tage: Ein Theil der Sporen hat sich auf den Boden gesenkt. Am 28. Tage: Auf der Oberfläche ist nur eine kaum bemerkbare Spur von Sporen nachgeblieben. Am 48. Tage: Am Boden ist ein ganz kleines (wie ein Stecknadelkopf großes) Wölkchen bemerkbar. Am 60. Tage: Das Wölkchen ist jetzt so groß wie der halbe Nagel am kleinen Finger. Am 70. Tage: An der Oberfläche sind schon gar keine Sporen mehr zu sehen; das Wölkchen unten ist groß, wie eine Bohne.	Am 6. Tage: Ein Theil der Sporen hat sich nach unten gesenkt. Am 12. Tage: Auf der Oberfläche sind nur sehr wenige Sporen noch zu sehen. Am 60. Tage: Keine Spur von Trübung. Am 70. Tage: Dasselbe.	Am 6. Tage: Die meisten Sporen haben sich nach unten gesenkt. Am 12. Tage: Auf der Oberfläche sind noch weniger Sporen zu sehen, als selbst in Nr. 3. Am 70. Tage: Keine Spur von Trübung.

Die mikroskopische Untersuchung ergab folgendendes:

In Nr. 1 bot das Bild vollkommen normale Formen des Penicillium glaucum; nirgends war auch die kleinste Spur von fremden Gebilden zu sehen; doch war die Flüssigkeit, obgleich sehr schwach, dennoch von saurer Reaktion. Ich führte hier diesen Versuch an, nur um zu zeigen, daß Zusatz von Ammoniak, selbst wenn die genommene Menge desselben nicht genügt, um die Pasteur'sche Flüssigket alkalisch zu machen, dennoch für das Ernähren des Penicilliums weniger geeignet macht. Dabei ist noch zu bemerken, daß die Reaktion der Pasteur'schen Flüssigkeit gewöhnlich mit dem Entwickeln des Penicilliums bedeutend sauer wird; deßhalb können wir annehmen, daß im gegebenen Falle die saure Reaktion der Flüssigkeit im Anfange des Versuches noch viel schwächer war.

Nr. 2. Die Flüssigkeit (mit schwacher aber doch deutlicher alkalischer Reaktion) ist vollkommen frei von jeden Organismen, in dem Wölkchen unten sieht man Penicilliumsporen, deren Aussehen, wie es scheint, vollkommen normal ist; Myceliumfäden haben außerordentlich deutliche und stark ausgeprägte in's röthliche schimmernde Vacuolen; die Breite desselben ist

verhältnißmäßig sehr bedeutend (bis 0,0050 Millimeter). [1]) Nirgends konnte eine Bacterie bemerkt werden.

In Nr. 3 und 4 sieht man nichts als zerfallene Sporen.

Die Pasteur'sche Flüssigkeit ist überhaupt kein sehr günstiger Boden für die Entwickelung von Bacterien; ich habe mich davon überzeugt, indem ich einen Tropfen Jauche, welche zahllose Bacterien enthielt, in 200 c. c. Pasteurische Flüssigkeit hinein brachte; dabei wurde darauf gesehen, daß die Reaktion der Flüssigkeit noch sauer bleibt. Es ist wahr, daß schon während der ersten Tage sich dabei ein reichlicher Bodensatz bildet, welcher, wie es scheint, fast ausschließlich aus ruhenden (todten?) Bacterien besteht (dabei wird die Reaktion der Flüssigkeit allmählig in eine alkalische umgewandelt); doch die Entwickelung der Bacterien geht bei Weitem nicht so schnell und reichlich von Statten, als in den Fällen, in welchen ein Tropfen Jauche in dieselbe Quantität Pasteurischer Flüssigkeit, deren Reaktion aber durch Zusatz von Ammoniak schwach alkalisch gemacht worden ist, hineingegeben wird.

Was das trockene Erwärmen der Penicilliumssporen anbetrifft, so ist die Literatur dieser Frage noch ärmlicher bestellt, als selbst die der Frage über den Einfluß der feuchten Erwärmung. Im Jahre 1860 hat Prof. H. Hoffmann [2]) eine kleine geschlossene Eprouvette, in welcher sich „trockene Pilzsporen von beliebigen Schimmeln" befanden, in eine andere mit Flüssigkeit gefüllte Eprouvette gestellt und dann eine ganze Stunde gekocht. Nach dem Kochen wurde das kleine die Schimmelsporen enthaltende Reagenzröhrchen in ein flüssiges vorher durchgekochtes Substrat hineingebracht. In dem Reagenzrohr, welches das Substrat enthielt, wurde noch vor dem Kochen desselben ein Draht so angebracht, daß man mit demselben die hineingebrachte kleine Eprouvette zerbrechen konnte, ohne dabei das größere Reagenzrohr öffnen zu müssen. Diese, eine Stunde dem Einflusse von 100° ausgesetzten trockenen Sporen waren noch entwicklungsfähig geblieben. Nach zwei Jahren darauf hat Pasteur (l. c., S. 97—99) drei sehr genaue Versuche veröffentlicht, in welchen Penicilliumsporen noch nach 30 Minuten langer Einwirkung von 108,4° und 119—121° C. zur vollen Entwickelung fähig blieben; dagegen waren dieselben vollkommen todt, nachdem sie dem eben so lange dauernden Einflusse von 127—132° C. ausgesetzt worden waren. Im Jahre 1867 hat Frau Johanna Lüders (l. c., S. 325), ohne den Versuch selbst genauer zu beschreiben, diese Frage im Vorbeigehen berührt und sich folgendermaßen geäußert: „Wo Sporen [3]) durch trockene Hitze getödtet werden sollten, habe ich 15—30 Minuten eine Temperatur von 160° C. auf sie einwirken lassen, denn nach dem bloßen Erhitzen auf 100° habe ich noch Entwickelung von Keimen aus ihrem Plasma direkt beobachten können, wenn sie einige Tage in Fleischwasser oder Zuckerwasser gelegen hatten." Ebenso im Vorbeigehen spricht über seine neuen Versuche auch Prof. H.

---

[1]) Aus 6 Versuchen, in welchen unerwärmte Sporen in einer mit Ammoniak versetzten Pasteurischen Flüssigkeit kultivirt wurden, war der eben angeführte Fall der einzige, wo es zur Bildung von Mycelien kam; leider war meine Arbeit schon beendet, und deshalb konnte ich die Entwickelung der Fruktifikation nicht mehr abwarten.

[2]) Mykologische Studien über die Gährung. Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. CXV. S. 232.

[3]) Nach dem Sinne der ganzen Abhandlung zu urtheilen, spricht die Verfasserin hier auch von den Penicilliumsporen.

Hoffmann.[1]) Indem er zu dem Schlusse gekommen ist, daß die Hefezellen (Saccharomyces cerevisiae) selbst nach Einwirkung von 215° C. noch lebend bleiben, wünschte er in dieser Hinsicht einen Vergleich zwischen den Hefezellen und Penicilliumssporen zu machen. „Um einen Maßstab der Vergleichung zugewinnen," sagt der geehrte Verfasser, „erhitzte ich gleichzeitig mit den Hefepapierchen eine Quantität trockener Sporen von Penicillium glaucum auf 140° und 200° und fand, daß auch von diesen nachträglich bereits am zweiten Tage eine nicht geringe Zahl in einem wohlbeschützten Wassertropfen, worin ich sie brachte, gekeimt waren." Es ist nicht angegeben, ob die Sporen gleich den Hefezellen in reinen Papierstückchen abgekühlt wurden; wenn es aber der Fall war, so könnte diese Abkühlungsmethode leicht zu einer Fehlerquelle werden.

Auf Grund meiner Versuche (im Ganzen 48 ohne die Kontrolversuche zu rechnen) kann ich weder die vom Pasteur, noch die von Hoffmann angegebene Temperatur zur Tödtung der Penicilliumsporen als richtig ansehen. Ueber 180° C. habe ich nicht nur keine volle Entwickelung, sondern selbst auch keine Keimung der Sporen mehr beobachtet; sehr selten gelang es mir, eine volle Entwickelung von Penicillium noch nach Einwirkung von 170° C. zu beobachten. Andererseits habe ich direkt unter dem Mikroskope die Keimung der auf 140 Grade erhitzten und dabei schon gebräunten Sporen des Penicillium glaucum und des Mucor stolonifer verfolgen können. Die Myceliumfäden zeigten dabei sowohl ein vollkommen normales Aussehen, als auch den gewöhnlichen Gang der Entwickelung. Ich kann die Grenze des Lebenbleibens nicht genau bestimmen, weil ich mehrmals in ein und derselben Reihe die widersprechendsten Resultate erhalten habe, so z. B. waren die Ergebnisse zuweilen schon bei 140° negativ, während sie zu gleicher Zeit noch zu 170° positiv ausfielen. Bei der Methode, welche ich zu meinen Versuchen gewählt hatte (s. oben), konnte ich nicht absolut sicher sein, daß alle Sporen einer streng gleichmäßigen Temperatur ausgesetzt waren; und nur aus der Mehrzahl der Resultate erlaube ich mir, den Schluß zu ziehen, daß die Sporen der von mir untersuchten Schimmelpilze (Penicillium glaucum, Mucor stolonifer und Aspergillus macrosporus) die Temperatur von 140—150° C. noch lebend aushalten können. Für Mucor stolonifer und Aspergillus macrosporus wäre es vielleicht richtiger, die äußerste Grenze um 5—10° niedriger zu halten. In allen diesen Versuchen habe ich nicht ein einziges Mal die Entwickelung der Bacterien beobachtet. In einem Versuche, den ich als unzuverlässig außer Betracht gelassen habe, erhielt ich zwar (die Sporen waren bis zu 170° erhitzt worden) ausschießlich nur unbewegliche Stäbchen und zwar in ziemlich großer Menge; aber in diesem Falle zeigte auch der Kontroleversuch mit unerwärmten Sporen ebenfalls Nichts als eine Menge von Bacterien[2]).

Auf Grund aller angeführten Versuche halte ich mich für berechtigt, zu behaupten, daß zur Zeit gar kein Grund vorhanden ist, einen genetischen Zusammenhang zwischen Penicillium glaucum und Bacterien im Sinne des Herrn Polotebnow anzunehmen; wenigstens haben weder das feuchte, noch das trockene Erwärmen der Sporen,

---

[1]) Zur Naturgeschichte der Hefe, l. c., S. 360.

[2]) Dieser Versuch war auch der einzige, wo ich alle Penicilliumsporen zur Aussaat und zwar ohne dieselbe vorher mikroskopisch zu prüfen, genommen habe.

noch der Zusatz von Ammoniak oder der s. g. antiseptischen Stoffe die Entwickelung der von dem ebenerwähnten Verfasser beschriebenen Uebergangsformen bedingen können. Ich sage schon gar nichts davon, daß für einen streng wissenschaftlichen Beweis es nothwendig wäre, den Uebergang der einen Form in die andere direkt unter dem Mikroskope zu verfolgen, was Dr. Polotebnow nicht gethan hat; ein gleichzeitiges Auftreten von verschiedenen Formen hat in solcher Frage nichts zu bedeuten.

In allen in diesem Aufsatze besprochenen Versuchen habe ich unter Bacterien nur diejenigen pflanzlichen stäbchenförmige Gebilde begriffen, welche theils unbeweglich sind, theils aber eine molekuläre oder eine unzweifelhaft selbstständige Bewegung zeigen und bei den meisten Autoren diesen Namen führen (Micro-, Meso- und Macrobacterien von Hofmann, Vibrionen und Bacterien von Pasteur, Leptothrixketten von Hallier ꝛc.) Streng genommen aber wäre es vielleicht richtiger dem Beispiele von Prof. Vogl[1]) zu folgen und zu den Bacterien auch diejenigen kleinzelligen Formen zuzureihen, welche unter dem Namen von Monaden (Monas crepuculum, Ehrenb.), Micrococcus von Hallier, Mycrozyma von Béchamp, die kleinsten Zellen von Polotebnow, bekannt sind. Bei unseren jetzigen höchst mangelhaften Kenntnissen der Morphologie dieser Gebilde ist wenigstens die strenge Absonderung der Gebilde mehr in der Theorie als in der Praxis möglich.

VI.

Um den Einfluß verschiedener pharmaceutischer Stoffe auf die Entwickelung des Penicilliums zu verfolgen, habe ich Versuche mit chlorsaurem Kali, Kupfervitriol, Alaun, Sublimat, Alkohol, Phenylsäure, salzsaurem Chinin und salzsaurem Morphin gemacht. Es versteht sich von selbst, daß ich mich zuerst von der chemischen Reinheit aller von mir angewendeten Stoffe überzeugt habe. Die Krystalle des Alauns und Kupfervitriols wurden für jede neue Reihe frisch bereitet. Alle Versuche wurden nach der obenbeschriebenen Methode mit allen erwähnten Vorsichten gemacht.

A. Das chlorsaure Kali wurde zur Pasteurischen Flüssigkeit, welche als Substrat diente, in folgenden Mengen zugesetzt: 1, 1½, 2, 2½, 3, 3½, 4, 5, 6 und 7%. Im letzten Falle krystallisirte ein Theil des Salzes schon während des ersten Tages aus der Lösung am Boden der Eprouvette heraus; dasselbe wurde auch bei 6% bemerkt, aber erst am 3. Tage. In allen Versuchen war der Einfluß des chlorsauren Kali (im Vergleiche mit der Aussaat derselben Sporen in einer Pasteurischen Flüssigkeit) nur in einer unbedeutenden Verlangsammung der Entwickelung (die Bildung des Häutchens wurde höchstens auf drei Tage und der Eintritt der Fruktifikation auf zwei Tage aufgehalten) bemerkbar. Die in den Lösungen des chlorsauren Kali gebildeten Sporen waren, wie das direkte Versuche gezeigt haben, ebenso keimfähig wie die in reiner Pasteur'scher Flüssigkeit gebildeten. Durch mikroskopische Untersuchung[2]) konnte in keinem einzigen Falle irgend welche erhebliche Verschiedenheit bemerkt werden; die Myceliumfäden des Häutchens waren

---

[1]) Ueber die pathologische Bedeutung der kleinsten Organismen bei Infektionskrankheiten. Archiv für Dermathologie und Syphilis. 1860. S. 398.

[2]) Bei Versuchen mit pharmaceutischen Stoffen wurden ebenso wie in den übrigen Versuchen das Häutchen, die Flüssigkeit und der Bodensatz mikroskopisch untersucht (aus jedem Theile wurden natürlich mehrere Präparate gemacht).

in den Lösungen des Kali chlorici zuweilen sogar eher breiter zu nennen, als dieselben Fäden in den Eprouvetten mit reiner Pasteurischer Flüssigkeit [1]).

B. Schwefelsaures Kupferoxyd wird schon von jeher für ein energisches antiseptisches und die Schimmelentwicklung hemmendes Mittel gehalten. Wenn man die verschiedenartigen Anwendungen dieses Salzes bedenkt, so erwartet man natürlicherweise eine sehr genaue Kenntniß der Wirkung desselben in der Literatur zu finden; doch leider sehen wir in der Wirklichkeit ganz das Gegentheil davon. Die Versuche, welche in dieser Richtung gemacht worden sind, können in 3 Kategorien getheilt werden: 1) Kulturen der Pilze in reinen Lösungen des Kupfervitriols; 2) Untersuchung der Keimfähigkeit solcher Pilze, welche eine kürzere oder längere Zeit in derartigen Lösungen gelegen haben und dann auf irgend ein Substrat ausgesäet werden; 3) Kultur der Pilze auf bestimmten Substraten, in welchen der Prozentgehalt des Kupfervitriols genau angegeben war. Die Versuche der ersten Kategorie können von keiner großen Wichtigkeit sein, denn der Einfluß des Kupfervitriols wird in diesen Fällen durch einen höchst wichtigen Umstand, nämlich durch die Abwesenheit des Nährmaterials komplizirt. Die Versuche der zweiten Kategorie sind in mancher Hinsicht natürlich wichtig; doch für Aerzte können nur die Versuchen der 3 Kategorie als vollkommen beweisend gelten. So viel ich weiß, waren diese letzten Versuche noch nie in der Art gemacht worden, daß die Verunreinigungen aus der atmosphärischen Luft ausgeschlossen wären und daß die Resultate durch Controlversuche rektifizirt worden wären. [2])

Schon im Jahr 1837 hat Bérard [3]) gegen die Muskardine der Seidenraupe Waschungen mit Kupfervitriol vorgeschlagen. Später hat Kühn [4]) Versuche mit Uredineen gemacht und ist dabei zum Schlusse gekommen, daß die Entwickelung derselben schon durch 20 Minuten langes Liegen in „verdünnter Lösung des Kupfersalzes" verlangsamt wird, daß aber zur vollständigen Vernichtung der Keimfähigkeit 12—14 Stunden erforderlich sind. Prof. H. Hoffmann hat Versuche über die Keimung der Sporen des Uredo destruens und segetum in gesättigter Kupfervitriollösung und in Mischungen, welche aus 1 Tropfen dieser letzteren auf 100 und 200 Tropfen destillirten Wassers bestanden, [5]) gemacht und dabei gefunden, daß in gesättigter Lösung gar keine Keimung der Sporen eintritt; in der ersten der verdünnten Lösungen (1 Tropfen auf 100 Tropfen Wasser) keimten die Sporen des Uredo destruens und in der zweiten ging die Keimung stellenweise ebenso schnell, als gewöhnlich; außerdem macht Prof. H. Hoffmann noch im Vorbeigehen die Bemerkung, daß eine gesättigte Lösung von Kupfervitriols einen „Giftgraben" für die Sporen des Penicillium glaucum bildet. Im Jahre 1864 hat

---

[1]) Um die Breite der Mycelien und den Durchschnitt der Sporen zu bestimmen, habe ich mir erstens die Maxima und Minima notirt und zweitens habe ich jedesmal 30 Messungen gemacht und aus denselben eine Durchschnittszahl berechnet. Alle Messungen wurde mit Immersionssystem Nr. 9 und Ocular 2 von Hartnack ausgeführt Theilstrich = 0,0016 Millimter.

[2]) Diese Bemerkung, sowie auch die Theilung der Versuche in 3 Gruppen, sind nicht nur für den Kupfervitrol, sondern auch für die meisten von mir untersuchten Stoffen giltig.

[3]) Prof. E. Hallier, die Parasiten der Infektionskrankheiten. 60. Zeitschrift für Parasitenkunde, Bd. I. S. 505.

[4]) Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und ihre Verhütung. Berlin 185, S. 86.

[5]) Untersuchungen über die Keime der Pilzsporen, l. c., S. 300 und 301.

Brouzet[1]) der Pariser Akademie der Wissenschaften mitgetheilt, daß man den Epidemien der Seidenraupe dadurch Einhalt thun könne, daß man die Bäume, deren Blätter ihr zur Nahrung dienen, mit Kupfervitriol imbibirt. Prof. De Bary, (l. c., S. 214) indem er die Versuche des Berkeley[2]) mittheilt, macht folgende Bemerkung: „Ich habe selbst fußgroße Häute von Penicillum glaucum untersucht, welche sich auf Kupfervitriollösung, die zu galvanoplastischen Zwecken benutzt wurde, gebildet hatten. Es ist wohl unzweifelhaft, daß in diesen Fällen der Pilz von der jedem Organismus unbedingt giftigen Substanz nichts aufnimmt." In den Versuchen von Buchholz[3]) hat die Kupfervitriollösung die Wirkung der Hefe auf Zucker sistirt; doch nicht so momentan, wie das Sublimat (2 c. c. 1% Lösung des Kupfersalzes auf 0,5 Hefe, welche in 5 c. c. 1% Zuckerlösung vertheilt war). Prof. Hallier spricht sich in seiner im Jahre 1866 erschienenen Arbeit ziemlich unbestimmt aus[4]): „Die Salze schwerer Metalle scheinen nur in mäßig konzentrirten Lösungen Pilzvegetationen zu gestatten, namentlich gilt das für Kupfervitriol und Eisenvitriol." Im folgenden Jahre führt Hallier[5]) schon einige Beobachtungen an: „So fand ich in Kupfervitriol zarte vegetative Pilzfäden von Penicillium und ähnlichen Pilzen." Löw,[6]) welcher die Entwicklung der Penicilliumsporen in Kupfervitriollösung (die Konzentration ist nicht angegeben) direkt unter dem Mikroskope zu verfolgen suchte, hat nie eine Keimung beobachtet. Robert[7]) hat die Aufmerksamkeit der Pariser Akademie der Wissenschaften auf die interessante Thatsache gelenkt, daß diejenigen Marmorstatuen, welche irgendwelche Verzierungen von Bronze haben, von den Cryptogamen nicht zerstört werden, weil das Kupfer der Bronze sich oxydirt und mit Regenwasser herunterfließend, die Entwickelung der erwähnten Pflanzen hemmt. Liebig (l. c., S. 59) welcher die uns beschäftigende Frage nur vorübergehend berührt, sagt, daß die Kupferoxydsalze die Gährfähigkeit der Hefe vernichten, doch ohne den Prozentgehalt der Lösungen anzugeben. Endlich Hausmann[8]) in seiner sorgfältigen Monographie führt einen Versuch mit Oidium albicans an, welches nach 24 Stunden langem Liegen in konzentrirter Kupfervitriollösung sich keimunfähig zeigte; übrigens sagt der Verfasser selbst ganz richtig, daß dieser einzige Versuch „keine entscheidende Bedeutung" haben kann, denn es fehlten die Kontrolversuche.

Ich habe meine Versuche nach der im ersten Kapitel beschriebenen Methode gemacht, indem ich zu der Pasteur'schen Flüssigkeit 1/16, 1/8, 1/4, 1/3, 1/2, und 1 1/2% des krystallisirten Kupfervitriols hinzusetzte.[9]) Bei 1/16 % konnte ich nicht den kleinsten Unterschied weder im Erscheinen des Häutchens auf der Oberfläche der Flüssigkeit, noch im Eintritte der Fructifikation bemerken; ebensowenig hat auch die mikroskopische Untersuchung irgend Etwas Ano-

---

1) Comptes rendus 1864, Bd. LVIII.

2) Die Originalarbeit des Berkeley war mir leider unzugänglich.

3) Ueber die Einwirkung der Phenylsäure auf einige Gährungsprozesse. Dapot 1866, S. 28 u. 29.

4) Die pflanzlichen Parasiten des menschlichen Körpers. Leipzig 1866, S. 54.

5) Gährungserscheinungen. Leipzig 1867, Seite 95.

6) Zur Physiologie niederer Pilze. Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, Bd. XVII. 1867, S. 650 und 651.

7) Comptes rendus. 1869, Bd. LXIX., S. 493.

8) Die Parasiten der weiblichen Geschlechtsorgane des Menschen und einiger Thiere. Berlin 1870, Seite 141.

9) Für jeden Prozentgehalt wurden 2 und für den 1/2 % drei Versuche gemacht.

males gezeigt. Bei $1/8$% waren die ersten Spuren des Häutchens um einen Tag später eingetreten, als in dem Parellelversuche mit reiner Pasteur'scher Flüssigkeit; die Fructifikation trat fast gleichzeitig ein. Bei $1/4$% war das Häutchen um 45 Tage später erschienen; eine durch das bloße Auge sichtbare Fructifikation hat sich nicht entwickelt. Bei $1/3$% war die Bildung eines spärlichen Häutchens (in beiden Eprouvetten) ohne sichtbarer Fructifikation um 11 Tage später eingetreten. Bei $1/2$% war das Häutchen noch spärlicher, und die Bildung desselben hatte sich um 10—12 Tage verzögert. Bei ein und mehr Prozent war in den Lösungen gar keine Entwickelung des Pilzes zu sehen, selbst nach Verlauf von 6 Monaten. Es ist fernerhin noch zu bemerken, daß bei $1/2$% ein Theil der Sporen schon am 6. bis 8. Tage niedergesunken war; bei höheren Prozenten fing dieses Niedersinken schon am 4. bis 5. Tage an. Dem Verdampfen der Flüssigkeit entsprechend, wurden Krystalle des Kupferoxydsalzes ausgeschieden (in $1\frac{1}{2}$ Lösung schon am zweiten Tage).

Die mikroskopische Untersuchung hat selbst bei $1/8$% keine irgendwie auffallende Veränderung im Vergleiche zu der Kontrolaussaat gezeigt. Dem entsprechend haben auch die Sporen, welche aus $1/8$% Lösung stammten und in reine Pasteurische Flüssigkeit gebracht worden waren, ein vollkommen normales Penicillium gegeben, was bei größeren Prozenten nicht der Fall war. Bei $1/4$% waren die Myceliumfäden etwas enger; dabei waren in ihnen stark lichtbrechende Körner öfters zu bemerken (am 20. Tage nach der Aussaat); stellenweise fand ich vollkommen normale Pinsel, doch die meisten waren mehr oder weniger mißgestaltet; Sporen, sowohl auf Sterigmen, als auch frei umherliegende, waren nur in sehr geringer Menge vorhanden; dieselben erschienen alle vacuolenfrei und waren in dem größten Durchschnitte nicht mehr als 0,0024 Millim. breit. Pinselbildung fand sogar bei $1/3$% statt. In diesem letzteren Falle in den Präparaten, welche aus dem Häutchen von der Oberfläche genommen waren (am 60. Tage nach der Aussaat), konnte man Myceliumfäden der verschiedensten Breite sehen, welche theils normal, theils mehr oder weniger in ihrem Ernähren verändert waren, ebenso fanden sich auch alle möglichen oft etwas mißgestalteten Formen der Pinselbildung[1]). Einige Mycelien waren in diesem Falle so fein und homogen, daß man die abgerissenen Stücke derselben sehr leicht für Bacterien halten könnte, wenn nicht an einigen die Verzweigungen und an anderen die Miniaturpinsel mit den kleinsten Sporen zu sehen wären. Außerdem waren in der Flüssigkeit und im Bodensatze mißgestaltete Macrosporen mit mehr oder weniger deutlicher Keimung zu sehen. Bei $1/2$% bestand das Häutchen aus sehr feinen, meistens grobkörnigen Fäden ohne Pinselbildung; in der Flüssigkeit und im Bodensatze waren mißgestaltete Macrosporen zu sehen. Bei noch größerem Prozentgehalte konnte man selbst mit dem Mikroskope keine Spur einer Entwickelung bemerken. Im Allgemeinen kann die Entwickelung des Penicilliums in Kupfervitriol enthaltender Pasteurischer Flüssigkeit auch für andere von mir in ihrer Einwirkung auf den gewöhnlichen grünen Schimmel untersuchter Stoffe, als Prototypus dienen. Bei einem gewissen Prozente des hinzugesetzten Stoffes verliert das Penicillium seine Fähigkeit zu fructifiziren; bei noch größerem Prozente sieht man nur gekeimte Sporen; endlich aber bei noch

---

[1]) Die Abbildung aller dieser Formen, siehe in der russischen Ausgabe meiner Arbeit (Fig. 12) in dem militärärztlichen Journal 1871.

höherem Prozentgehalte hört selbst die Keimung auf. Nie erscheinen aber irgendwelche Formen, die nicht zu dem gesetzlichen Entwickelungscyklus des des Penicilliums gehören. Die ganze Veränderung besteht nur in Verkleinerung der Dimensionen und im Grobkörnigwerden des Inhaltes. Kein einziges Mal habe ich Bacterien gesehen. Nachdem ich einmal den allgemeinen Charakter der von mir beobachteten Veränderungen hervorgehoben habe, kann ich mich im Folgenden schon viel kürzer fassen.

C. **Alaun.** Professor **Wiesner** hat mir mündlich mitgetheilt, daß er auf konzentrirten Alaunlösungen, welche auch ziemlich viele organische Substanzen enthielten, eine deutliche Schimmelbildung beobachtet hat. In Folge dessen habe ich mich veranlaßt gesehen, einige Schalen mit reiner Alaunlösung, welche so konzentrirt war, daß ein Theil des Salzes herauskrystallisirte, zu füllen und damit folgende Versuche zu machen: in zwei Schalen, welche durch sorgfältige Bedeckung von dem atmosphärischen Staube geschützt waren, wurden keimfähige Penicilliumsporen (in sehr geringer Quantität) ausgesäet; zwei andere Schalen blieben unbedeckt und ohne Aussaat stehen; endlich in die übrigen zwei Schalen wurden dieselben Penicilliumsporen ausgesäet und die Schalen unbedeckt gelassen. In unbedeckten Schalen wurden schon am 4. bis 6. Tage Myceliumflocken sichtbar; doch die Schimmelbildung war sehr ärmlich und es trat keine Fructifikation ein, so daß die Schimmelart selbst bei miroskopischer Untersuchung nicht genau bestimmt werden konnte. In zwei bedeckten Schalen blieb die Lösung ohne jedwede Schimmelbildung; die ausgesäeten Sporen haben nicht gekeimt. Wenn die Vermuthung von **de Bary**, daß Schimmelpilze, wenn sie sich auf giftigen Lösungen entwickeln, das für sie giftige Salz nicht aufnehmen, sich als richtig erweisen würde, so wäre der Unterschied in den Resultaten der eben angeführten Versuche dadurch zu erklären, daß in den unbedeckten Schalen der atmosphärische Staub den Schimmelpilzen das Nahrungsmaterial geliefert hatte. [1])

In Versuchen, welche ich mit 1, 1½, 2, 2½, 3, 4, 5, 6 und 7% Alaun enthaltender Pasteur'schen Flüssigkeit gemacht habe, [2]) wurde bis zu 3% eine spärliche Keimung der Macrosporen beobachtet; in konzentrirten Lösungen war selbst solch' eine Keimung nicht mehr zu finden; dabei aber muß ich bemerken, daß von 5% angefangen in den Versuchsflüssigkeiten sich schon Krystalle ausgeschieden hatten. Bei 1% haben sich noch Spuren eines

---

[1]) Diese Versuche lassen übrigens gleichzeitig noch eine andere Erklärung zu. Es ist höchst wahrscheinlich, daß verschiedene Schimmelpilze sehr verschieden auf die Wirkung des einen oder des anderen Stoffes reagiren: wenigstens habe ich mich hievon in Hinsicht des Aspergillus macrosporus entschieden überzeugt. Dieser Schimmelpilz gab ein Häutchen und Fructifikation (Conidienträger mit Sterigmen und Sporen ohne Schlauchfrüchte, welche übrigens auch in den Controlversuchen mit reiner Pasteur'scher Flüssigkeit fehlten) selbst in 2% Alaunlösung. Ebenso hat er auch in ¼% Kupfervitriollösung fructificiren können. In Folge dessen ist es ganz natürlich zu fragen, ob nicht die Mycelienflocken, welche sich auf koncentrirten Alaunlösungen gebildet hatten, kein Penicillium, sondern irgend ein anderer Pilz, welcher weniger empfindlich gegen den Einfluß dieses Pilzes ist, waren. In den Versuchen von **Ralin** (Sur les conditions chimiques de la vie des organismes inférieurs. Comptes rendus 1870. Bd. LXX, S. 634) waren zur vollen Entwickelung des Aspergillus nigr. auch Zink- und Eisensalzen nothwendig. **Wreden** sagt, daß auf einem schon entwickelten Aspergillus eine Lösung des Kupferoxydsalzes mäßiger Konzentration fast gar keine Wirkung ausübt. (**Richter**: Die neueren Kenntnisse von den krankmachenden Schmarotzerpilzen nebst phytophysiologischen Vorbegriffen, Schmidt's Jahrbücher 1867, Bd. CXL., S. 127.)

[2]) Für jeden Prozentgehalt wurden je zwei Versuche gemacht.

Häutchens auf der Oberfläche gebildet, welche aus meistens engen grobkörnigen Myceliumfäden bestanden und deren Erscheinen um 5—7 Tage später eintrat. als in dem Parellelversuche mit reiner Pasteur'scher Flüssigkeit; eine Fructifikation war selbst nach Verlaufe von 40 Tagen nicht eingetreten. Bacterien waren in keinem Falle vorhanden. In einer Versuchsreihe, welche ich hier nicht hinzugerechnet habe, wurden alle ausgesäeten Sporen auf den Boden der Eprouvette niedergesenkt (die Witterung war zu der Zeit eine sehr warme), und in allen Reagenzröhrchen (leider war der höchste Alaungehalt nur 3%) bildete sich eine Hefeform aus, d. h., bleiche, ovale, sprossende Zellen mit deutlichen Vacuolen, welche sich von den normalen Penicilliumhefezellen nur durch geringere Größe unterschieden.

D. Sublimat wird, wie bekannt, im praktischen Leben sehr oft dazu angewandt, um den Eintritt der Fäulniß oder der Schimmelbildung zu verhindern. Doch was den Einfluß dieser Substanz auf die Schimmelpilze überhaupt und besonders auf irgend eine bestimmte Pilzspecies anbetrifft, so sind in dieser Hinsicht nur sehr wenige genaue Versuche vorhanden. Béchamp [1]) behauptet, daß in seinen Versuchen über die Umwandlung des Rohrzuckers in Traubenzucker, durch Sublimatzusatz die Schimmelbildung gehemmt wurde, aber er bestimmt nicht genauer weder die Pilzspecies, noch die Menge des Quecksilberchlorids, welche er zu seinen Lösungen hinzusetzte (er sagt nur „très peu"). In den Versuchen von W. Buchholz (l. c., S. 28 u. 29) waren 2 c. c. 1% Sublimatlösung auf 0,5 Grm. Hefe und 5 c. c. 1% Zuckerlösung genügend, um augenblicklich die Wirkung des Ferments zu sistiren. Bei Prof. Hallier [2]) findet man unter Anderem folgende Bemerkung: „alle edlen Metalle dulden in ihren Salzen keine Pilzvegetation; ebensowenig die Quecksilbersalze"; doch bleibt es unbekannt, ob diese Bemerkung sich auf eigene Beobachtungen des Verfassers stützt. Wreden (l. c.), welcher mehrmals Myceliumfäden des Aspergillus auf dem Trommelfelle beobachtet hat, sagt, daß dieser Pilz schon nach 24 Stunden langer Einwirkung einer konzentrirten Sublimatlösung (1: 8) sich in schleimartige zähe Masse verwandelt. Prof. Binz [3]) in seiner bekannten Arbeit über Chinin berührt im Vorbeigehen auch das Sublimat in folgenden Worten: „Daß in relativ starken Sublimatlösungen Pilze wachsen können, ist nicht neu. Unser Botaniker Prof. Hanstein hatte mich schon früher darauf aufmerksam gemacht. Ich selbst habe bereits eine solche Lösung von 1:300 demonstrirt, worin sich schöne Zellen mit deutlicher Geißel und lebhafter Bewegung gebildet hatten." Was die Versuche des Herrn Dr. Klotzsch [4]) anbetrifft, so sind dieselben so undeutlich beschrieben und nachlässig durchgeführt, daß man auf Grund desselben keinen Schluß ziehen kann. Endlich hat Schaer [5]) Versuche mit verschiedenen Mischungen [6]), zu welchen er Sublimat hinzusetzte, gemacht und dabei gefunden,

---

[1]) De l'influence, que l'eau pure etc. Annales de chimie et de physique, 1858, Bd. LV., S. 34 und 37. Sur les générations dites spontanées. Comptes rendus 1863, Bd. LVII., S. 959. Ibid. 1864, Bd. LVIII., S. 322.

[2]) Die pflanzlichen Parasiten, S. 54.

[3]) Pharmacologische Studien über Chinin. Virchow's Archiv 1869, Bd. XLVI., S. 77.

[4]) Untersuchungen über die Natur der Gährungserscheinungen, Zeitschrift für Parasitenkunde, Bd. I.

[5]) Beiträge zur Chemie des Blutes und der Fermente. Zeitschrift für Biologie 1870, Bd. VI, S. 509.

[6]) Solutio melassae, Brodaufguß, eine Lösung von Gyps mit Honig und eine Lösung der Weinsteinsäure.

daß die Schimmelbildungen gänzlich oder fast gänzlich aufgehalten wurden, selbst noch bei 1/100 %; bei 1/10 % haben sich, mit Ausnahme der solutio melassae, nirgends Mycelien entwickelt. Es ist aber nicht angegeben, was für Schimmelpilze sich entwickelt haben dort, wo überhaupt solche vorhanden waren; übrigens bildet die Sublimatwirkung nur eine Nebenfrage in der sonst so sorgfältigen Arbeit des Verfassers; die Vergleichung, welche er zwischen der Wirkung des Quecksilberchlorids und der des Phenols auf Schimmel durchführt, kann nicht für streng beweisend gehalten werden, denn die angewendeten Aufgüsse und Lösungen waren bei Weitem nicht gleichartig und deßhalb nicht vergleichbar.

Ich habe in meinen Versuchen folgende Prozente des Quecksilberchlorid's angewendet: 1/10, 1/8, 1/4, 1/2, 3/4 und 1. Mit jeder Lösung wurden zwei Versuche gemacht. Die Parallelaussaaten, welche in reiner Pasteur'scher Flüssigkeit gemacht worden waren, zeigten, wie immer, die Bildung eines Myceliumhäutchens mit üppiger Fructifikation auf der Oberfläche, während am Boden sich größere oder kleinere Wölkchen (aus Mycelien und keimenden Sporen) bildeten. Im Gegentheil waren in den Eprouvetten mit Sublimat keine Spur von Entwickelung bemerkbar: am 120. Tage lagen die ausgesäeten Sporen auf der Oberfläche der Flüssigkeit, welche bedeutend verdampft war, aber dabei nicht im Geringsten ihre Klarheit verändert hatte. Dem entsprechend hat auch die mikroskopische Untersuchung eine vollständige Abwesenheit jedweder Entwickelungsformen gezeigt (selbst bei 1/10 %); aus den ausgesäeten Sporen zeigten nur sehr wenige einige spärliche Spuren von Keimung; dagegen waren sie alle mehr oder weniger mißgestaltet; einige von ihnen waren wie zusammengedrückt; andere in die Länge gezogen, alle zeigten körnigen Inhalt und Abwesenheit der Vacuolen, im Allgemeinen waren die Formveränderungen desto auffälliger je größer der Prozentgehalt des Quecksilbers war.[1])

E. Alkohol. Was die Wirkung des Alkohols auf die Schimmelpilze anbetrifft, so drückt sich darüber Prof. Hallier[2]) in folgender Weise aus: „Der Alkohol[3]) tödtet sofort die Hefezellen sowie überhaupt die pflanzlichen und thierischen Organismen durch Wasserentziehung.[4]) Noch in der neuesten Zeit hatte ich Gelegenheit die gänzliche Keimungsunfähigkeit von Pilzen zu konstatiren, welche auf diphteritischen Membranen befindlich, eine Stunde in Alkohol gelegen hatten. Aber auch im Zustande starker Verdünnung wirkt der Alkohol tödtlich ein. Niemals findet man im gemeinen Brennspiritus irgend welche Vegetation, während dieselbe sich in ziemlich konzentrirten Säuren bei häufigem Oeffnen des Stöpsels stets von selbst einstellt." Ebenso unbe-

---

1) Spätere Versuche haben mir gezeigt, daß die Myceliumlösung auch bei 1/20, 1/40 und 1/60 % ebenfalls unmöglich ist.

2) Gährungserscheinungen S. 94.

3) Nach einer anderen Aeußerung des Verfassers (Die pflanzlichen Parasiten 2c., S. 54) mag man annehmen, daß hier der absolute Alkohol gemeint wird.

4) Die wichtige Rolle der wasserentziehenden Wirkung des Alkohols ist durch die Arbeit des Herrn Prof. Wiesner, (l. c., p. 16) für die Hefezellen bewiesen. Professor H. Hoffmann hat seinerseits den Einfluß des Alkohols auf die Mycelien des Uredo miniata unter dem Mikroskope verfolgt und dabei gefunden, daß der klare und durchsichtige Inhalt derselben dabei „feinkörnig, wie coagulirt" wurde. (Pringsheim's Jahrbücher 1860, Bd. II, S. 314) Es ist natürlich auch die fettentziehende und eiweißgerinnende Eigenschaft des Alkohols nicht zu übergehen.

stimmt äußert sich Prof. Hallier über die Wirkung des Alkohols auch in seiner Abhandluug über das Choleracontagium (S. 31 und 32).

Er schlägt übrigens Alkohol als ein Mittel gegen den „Cholera-Pilz" vor, welches innerlich nach seiner Meinung in Form von starken spirituösen Getränken und „namentlich auch in Form von Klystieren" zu gebrauchen wäre. Aus den Versuchen des Herrn Klotzsch (l. c., S. 278 und 279) verdient vielleicht nur der folgende erwähnt zu werden: Stücke von Schinken, welche mit Penicillium bedeckt waren, wurden 2 Minuten (!) lang der Einwirkung des 40% und 96% Alkohols ausgesetzt und dannach 36 Stunden in welcher Zeit sie von atmosphärischen Keimen beschützt waren (Das Wie aber ist nicht angegeben), mikroskopisch untersucht. Dabei hat der Verfasser folgendes Resultat erhalten: nach der Einwirkung von 40% Alkohol haben die Pilze fortgesetzt zu entwickeln, während der 96% Alkohol „die ganze Pilzbildung vernichtete." [1]) In den Versuchen des Herrn Lösch[2]) hat 40% Alkohol schon nach einer Minute den Schimmel getödtet; 35% aber braucht dazu eine 10 Minuten lange Einwirkung; der 25% endlich konnte selbst nach 24 Stunden langer Einwirkung den Schimmelpilz noch nicht tödten.

Ich habe reine Sporen des Penicillium glaucum in Pasteur'scher Flüssigkeit, zu welcher vorher 98% Alkohol in folgenden Prozenten (dem Volumen nach): 2, 4, 8, 10, 16, 24, 28, 33, 37, 41, 44 und 50 zugesetzt worden war, ausgesäet. Für die ersten sieben Prozente wurden zu je drei Versuchen gemacht, während die Wirkung der übrigen durch je zwei Versuche geprüft wurde.

Bei 2% Mischung war sowohl makroskopisch, als auch mikroskopisch keine auffallende Veränderung weder in der Bildung des Häutchens noch in der Fructifikation zu bemerken. Bei 4% erschien das Häutchen um 2 bis 3 Tage später, als in dem Kontrolversuche mit reiner Pasteur'scher Flüssigkeit; die Fructifikation verspätete sich ebenfalls etwas und schien nicht von so lebhaft grüner Farbe zu sein; außerdem war auch das Häutchen selbst etwas dünner. Bei mikroskopischer Untersuchung zeigte es sich, daß die Mycelienfäden (im Durchschnitte genommen) etwas enger waren; in der Pinselbildung aber konnte ich keine Verschiedenheit bemerken. Bei 8% Alkohol wurde nur in einer Eprouvette (aus drei) eine sehr ärmliche, aber doch dem bloßen Auge sichtbare Fructifikation bemerkt; in allen diesen Versuchen war das Häutchen viel enger als in den Parallelversuchen; die mikroskopische Untersuchung zeigte, daß die Mehrzahl der Myceliumfäden verhältnißmäßig eng waren und einen körnigen Inhalt hatten; in den Kontrolversuchen war die durchschnittliche Breite der Mycelien = 0,0032 Millim.; in den Eprouvetten mit Zusatz von Alkohol aber nur = 0,0028 Millim.; außerdem fanden sich, obgleich selten, kleine Pinsel, welche meistens reine Sporen abschnürten. Bei 10% erhielt ich ein fast ebensolches Bild, nur daß in diesem Falle keine Pinselbildung mehr zu sehen war. Bei 16% trat kein Häutchen mehr auf, aber das Mikroskop zeigte noch ziemlich viele keimende Sporen, besonders auffallend war dabei, daß die Sporen, welche keine deutlichen Vacuolen mehr zeigten, durch eine gallertartige Masse untereinander, wie es schien, zusammengehalten wurden; bei einzeln liegenden Sporen war diese Masse sehr deutlich. Dieses mikroskopische Bild blieb auch bei folgenden Prozentgehalten des Alkohols

---

[1]) Es sind keine weitere Details angegeben.

[2]) Centralblatt für die medic. Wissenschaften 1869, S. 231.

fast unverändert; nur die keimenden Sporen traten immer seltener auf, und von 37% waren dieselben fast gänzlich verschwunden. Bacterien wurden in keinem einzigen Falle gesehen. Vom 12. bis 22. Tage haben sich die ausgesäeten Sporen allmälig zu Boden gesenkt; der längste Versuch dauerte 120 Tage. Von 37 % angefangen schieden sich aus den Versuchsflüssigkeiten Krystalle aus, deren Menge sich mit jedem höheren Prozente vergrößerte; und wenn wir den Einfluß des Alkohols auf die Schimmelpilze beurtheilen wollen, so müssen wir natürlich auch diesen Umstand, d. h. das Ausscheiden von in Alkohol unlöslichen Salzen aus dem Nährsubstrate in Betracht ziehen.

F. Phenylsäure. Es sind jetzt beinahe schon 40 Jahre verflossen, seit dem Reichenbach Kreosot und Runge Phenylsäure entdeckt hatten. In der ersten Zeit nach dieser Entdeckung wurden ziemlich viele Versuche veröffentlicht, welche alle darauf gerichtet waren, um die antiseptische Wirknng der Phenylsäure zu untersuchen; doch sowohl die bejahenden (Reichenbach, Runge) als auch die verneinenden (Herwig)[1]) Resultate sind, so viel es scheint, im praktischen Leben ohne jeden Einfluß geblieben und nur seit dem Ende der 50ger Jahre wurde die allgemeine Aufmerksamkeit wiederum auf diese Frage gerichtet.

Béchamp[2]) hat im Jahre 1858 behauptet, daß Kreosot die Entwickelung des Schimmels nicht zuläßt; doch leider hat er den Prozentgehalt nicht näher angegeben; später hat er einen Versuch angeführt, in welchem unter dem Einflusse des Kreosots eine Schimmelbildung sich selbst nach Verlauf von 7 Jahren und 4 Monaten nicht eingestellt hatte. Nach Lemaire (Buchholz, l. c., p. 12) soll sich auf organischen $^1/_{10}$% der Karbolsäure enthaltenden Stoffen kein Schimmel entwickeln können. Um einen schon vorhandenen Schimmelpilz zu tödten, soll es hinreichend sein, die Luft mit den Dämpfen der Phenylsäure zu sättigen. Der Hauptschluß von Lemaire besteht darin, daß die Phenylsäure alle Prozesse der Gährung, der Zersetzung und der Fäulniß, welche von niederen Organismen abhängen, sistirt, während dieselbe gar keinen Einfluß auf die von unorganisirten Fermenten eingeleiteten Gährungen ausübt. Dagegen behauptet aber Buchholz (l. c., p. 46 u. 48), dessen Versuche mit viel größerer Sorgfältigkeit durchgeführt waren, daß die Phenylsäure einen gleichartigen hemmenden Einfluß sowohl auf die alkoholischen und milchsauren Gährungen, als auf diejenigen Prozesse, welche unter der Einwirkung von Ptialin, Diastase, Emulsin und Mirosin stattfinden, ausübt. Bei $^1/_6$% konnte sich der Pilz (oidium lactis) in der Milch noch entwickeln (S. 37), während bei $^1/_3$ und $^{10}/_{37}$% derselbe nicht mehr zu sehen war. Nach den Beobachtungen des Prof. Hoffmann[3]) wirkt Kreosot auf alkoholische Gährung nur ziemlich schwach ein und auf die Bacterien soll dasselbe viel schwächer als Chloroform einwirken (in Form von Dämpfen soll es aber ganz wirkungslos sein).

Prof. Hallier[4]) hebt ebenfalls die Wirkung der Phenylsäure nicht besonders hervor, doch wie es scheint, nur auf Grund eines einzigen Versuches,

---

1) De viribus medicis kreosoti. Tübingen 1835, S. 17.
2) Annales de chimie etc. physique. 1858, Bd. LIV., Seite 34 u. 37. Comptes rendus 1864. Bd. LVIII., S. 322.
3) Zur Naturgeschichte der Hefe, l. c., S. 365. Ueber Bacterien, l. c., S. 289.
4) Das Choleracontagium. Leipzig 1867, S. 28 und 32.

welcher im Folgenden bestand[1]): eine Drachme gesättigter Phenylsäurelösung wurde mit Fleisch, Zucker und Wasser, welche ebenfalls zu einer Drachme genommen worden waren, vermischt; außerdem wurden nach 20 Tropfen Cholerafermente dazu gegeben; nach einer Woche wurde darin ein brauner Micrococcus nachgewiesen; Pilze waren nicht vorhanden und das Fleisch war „etwas zerfallen.“ Noch früher hat Pettenkofer (Liebig, (l. c., p. 32) bemerkt, daß Hefezellen, welche in verdünnten Lösungen der Carbolsäure gelegen hatten, ihre Gährfähigkeit behielten. Endlich in den Versuchen von Ed. Schaer (l. c., p. 508 und 509) waren verschiedenartige Auszüge und Lösungen bei Zusatz von 1/100% Phenylsäure fast gar nicht von der Schimmelbildung geschützt, dagegen aber bei 1/10% hat sich Schimmel in 9 Mischungen nicht einmal gezeigt.[2])

Ich habe Penicilliumsporen in Pasteurische Flüssigkeit, welche 1/50, 1/40, 1/20, 1/15, 1/8, 1/4, 3/8, 1/2, 3/4 und 1% Phenylsäure enthielt, ausgesäet. Für die ersten 6 Prozente wurden zu je 4 Versuche gemacht; für die übrigen zu je zwei. Einige Versuche wurden 5 Monate lang beobachtet, aber in keinem von ihnen war irgendwelche dem bloßen Auge bemerkbare Veränderung eingetreten. Sporen, welche in der 1/20%—1/15% haltigen Pasteur'schen Flüssigkeit gelegen hatten, gaben bei nochmaliger Aussaat in reine Pasteur'sche Flüssigkeit nicht nur keine Fructifikation, sondern auch keine Keimung. Bei 1/50 und 1/40% zeigte die mikroskopische Untersuchung, daß einige von den ausgesäeten Sporen gekeimt haben; doch die Keimfäden waren im höchsten Grade dünn, und der Inhalt derselben war körnig. Bei größerem Prozentgehalte konnte man selbst solche Keimung nicht mehr wahrnehmen; die ausgesäeten Sporen erschienen mehr oder weniger aufgequollen; in einigen waren die Vacuolen auffallend deutlich zu sehen; in noch anderen schien der Inhalt sich von der Zellhaut zum Centrum abgezogen und einige größere dunkel gefärbte Körner gebildet zu haben.

G. Salzsaures Morphin. Prof. C. Binz hat im Jahre 1867 in einer Sitzung der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur und Heilkunde eine Mittheilung über die antiseptischen Eigenschaften des Chinins gelesen und unter Anderem auch salzsaures Morphin erwähnt und dabei die Aeußerung gemacht, daß derselbe in dieser Hinsicht indifferent sei[3]) (H. Herbst, Beiträge zur Kenntniß der antiseptischen Eigenschaften des Chinin. Bonn, S. 10). Herbst, ein Schüler des Prof. Binz, hat unter Anderem folgende drei Versuche gemacht (l. c., p. 13. und 14): drei Töpfchen wurden mit 2 Unzen Wasser und gleichen Theilen „irgend einer pflanzlichen Substanz“ gefüllt und 1/5, 1/2 und 1 Gran salzsauren Morphins hinzugesetzt; dabei wurde die Entwickelung der Infusionsthierchen und Bacterien gar nicht gestört; doch Sporen, welche in die Flüssigkeit hineingekommen waren (näher sind dieselben nicht bestimmt worden) blieben, wie es scheint, unverändert. Prof. Hallier (l. c. p. 29.) führt folgenden Versuch an: 20 Tropfen Opiumtinktur wurden mit 20 Tropfen Cholerafermente vermischt; außerdem wurde dazu

---

[1]) Wenigstens in seinen in demselben Jahre erschienenen „Gährungserscheinungen“ (S. 93) begnügt er sich mit einem Referate der Lemaire'schen Resultate.

[2]) Die Versuche von O. Klotzsch als unbeweisende Sache lasse ich unerwähnt. Ebenso will ich hier die reiche Literatur über die Anwendung der Carbolsäure und ihrer Präparate zur Desinfektion im Großen, zur Behandlung verschiedener Krankheiten, z. B. des Wechselfiebers, des Ileotyphus, der Syphilis &c., unberührt lassen.

[3]) Das Choleracontagium, S. 29.

noch ein großes Stück eines Ochsendarmes und eine Drachme Zuckerwasser gegeben und das Ganze (wie bei allen Desinfektionskulturen des Verfassers), bei einer Temperatur von 25—30° R. gehalten. Nach 4 Tagen ist diese sonderbare Mischung in Fäulniß übergegangen; sie enthielt dabei eine Menge von Micrococcus. „Es zeigt diese Kultur", so schließt der Verfasser, „daß das Opium nicht desinficirend auf den Cholerapilz einwirkt." Die Versuche von Klotzsch sind noch weniger beweisend (l. c., p. 278 und 282). Endlich in der letzten Zeit hat Prof. C. Binz,[1]) indem er die von mir konstatirte Thatsache, daß durch große Gaben Morphin es möglich ist, septikalmischfiebernde Kaninchen vollkommen fieberfrei zu machen, besprochen hat, die Bemerkung gemacht, daß bei Erklärung dieses Faktums man die antiseptischen Eigenschaften des Morphins nicht außer Acht lassen muß. Zum Beweise führt er einen Versuch an, in welchem ein Stück Eiweiß in einer $^{1}/_{2}$% Morphiumlösung sich viel weniger alterirte, als ein ebensolches Stück in $^{1}/_{2}$% Lösung des Kochsalzes. Das ist, wenn ich mich nicht irre, Alles, was wir bis jetzt über Morphin in dieser Hinsicht wissen.

Ich habe den Einfluß des salzsauren Morphins auf die Penicilliumsporen nicht nur in Pasteur'scher Flüssigkeit, sondern auch in 10% Zuckerlösung und im destillirten Wasser beobachtet. Außerdem habe ich drei Versuche (Pasteur'sche Flüssigkeit mit $^{1}/_{2}$, 1 und 1$^{1}/_{2}$% des Morphinsalzes) ohne Aussaat offen stehen gelassen; in allen drei bildeten sich Myceliumhäutchen; sowohl diese Häutchen als auch die Fructifikation traten in diesen 3 Eprouvetten früher (von 12 Stunden bis 2 Tage) ein, als in den Parallelversuchen, in welchen die Reagenzröhrchen mit unvermischter Pasteurischer Flüssigkeit gefüllt waren und ebenfalls ohne Aussaat offen gelassen wurden.

In Versuchen, in welchen die Sporenaussaat mit allen nöthigen und mehrmals erwähnten Vorsichten vorgenommen wurde, war das Resultat fast dasselbe. Aus 22 Eprouvetten mit $^{1}/_{4}$, $^{1}/_{2}$, 1, 1$^{1}/_{2}$ und 2% des Morphins waren nur in zwei (mit 1 und 1$^{1}/_{2}$%) die Bildung des Häutchens und der Eintritt der Fructifikation etwas verzögert; in den 20 übrigen Versuchen trat das Eine und das Andere entweder gleichzeitig oder selbst etwas früher ein, als in den Parallelversuchen. Makroskopisch konnte dabei keine besondere Verschiedenheit wahrgenommen werden.[2])

---

[1]) Ueber die antipyretische Wirkung von Chinin und Alkohol. Virchow's Archiv 1870, Bd. LI.. S. 172. — Der geehrte Verfasser hat vollkommen Recht, indem er annimmt, daß ich geneigt bin, die temperaturerniedrigende Wirkung des salzsauren Morphins durch Einwirkung desselben auf das Nervensystem zu erklären. Eine andere Erklärung war mir sogar nicht möglich, da meine Versuche direkt beweisen, daß auch bei normalen Kaninchen, bei welchen folglich keine Rede von einer antiepetischen Wirkung sein kann, subcutane Morphiuminjectionen, ebenso temperaturerniedrigend wirken, wie bei septicalmisch fiebernden (siehe meine russische Arbeit: „Ueber einige temperaturerniedrigende Mittel und ihre Anwendung in künstlich erzeugtem Fieber, S. 76—80). Ich hatte desto mehr Recht, auf einen Nerveneinfluß zu schließen, da Chinin, das unzweifelhaft antiseptische Eigenschaften besitzt, dessen ungeachtet im Vergleiche mit Morphium viel schlechter auf die septicalmisch fiebernden Kaninchen wirkt. Bei wiederholter Injektionen von kleinen Mengen Jauche wurde das Fieber sogar besser von denjenigen Thieren ertragen, welche kein Chinin bekamen; außerdem habe ich mich durch direkte Versuche überzeugt, daß eine Jauche, welche vor der Injektion mit Chinin vermischt wurde und folglich von allen lebenden Organismen befreit war, ein ebensolches und zuweilen sogar ein stärkeres septikalmisches Fieber veranlaßte, als die ungemischte (von Bacterien und Vibrionen) wimmelnde Jauche l. c., p. 55—65).

[2]) Die Einwirkung höherer Procente konnte ich nicht untersuchen, wegen der Löslichkeitsverhältnisse.

Die mikroskopische Untersuchung zeigte aber, sowohl in den offen gebliebenen, als auch in den sorgfältig geschlossenen Eprouvetten Folgendes: in der mit Morphin versetzten Pasteur'schen Flüssigkeit (besonders bei ½—1½ %) war die Breite von Mycelienfäden und die Anzahl der Pinselbildungen viel größer, als in der reinen Pasteur'schen Flüssigkeit; Mycelien mit grobkornigem Inhalte waren in den Präparaten, welche aus der Morphin enthaltenden Flüssigkeit genommen wurden, viel seltener als in den Präparaten, die aus reiner Pasteurischer Flüssigkeit stammten.

Zu den drei Versuchen mit destillirtem Wasser, in welchem ½, 1 und 1½% salzsauren Mophins gelöst war, blieb die Entwickelung nicht auf spärlicher Keimung der ausgesäeten Sporen, wie in den Parallelversuchen, stehen, sondern es bildeten sich, obgleich auch sehr langsam, dünne Häutchen auf der Oberfläche der Flüssigkeit. Bei der mikroskopischen Untersuchung sah man, daß diese Häutchen aus ziemlich breiten, aber mit sehr körnigem Inhalte versehenen Mycelienfäden bestanden; von Pinselbildung aber war keine Spur. Bacterien kamen in keinem einzigen Falle vor.

Von besonderem Interesse sind die Versuche mit 10% Zuckerlösung, zu welcher Morphin in einem ½, 1 und 1½% zugesetzt wurde. Penicilliumsporen, welche ich in reine 10% (d. i. zehnprocentige) Zuckerlösung zur Kontrolle ausgesäet habe, waren zwar gekeimt und trieben kleine Mycelienfäden, aber weiter ist die Entwickelung dieser Mycelien selbst im Verlaufe von mehreren Wochen nicht gegangen. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, daß diese Mycelien ziemlich breit aber meistens mit grobkörnigem Inhalte waren; von Pinselbildung war keine Spur zu finden. Dagegen bildeten sich in den 16, Morphin enthaltenden Eprouvetten mit 10% Zuckerlösung ziemlich dicke Häutchen; welche nach einiger Zeit sich mit deutlicher Fructifikation bedeckten; doch der Boden war dabei nicht von normaler grüner Farbe, sondern eher gelblich grau. Wenn man bedenkt, daß die Sporen in möglichst geringer Quantität ausgesäet wurden, so ist es, wie mir scheint, gestattet, den Schluß zu ziehen, daß in diesen Versuchen des Morphin wahrscheinlich eine Stickstoffquelle für Penicillium glaucum bildete. [1]) Leider war es mir unmöglich die Richtigkeit dieser Vermuthung durch chemische Analyse zu beweisen. Sporen, welche sich auf einer Morphin enthaltenden 10% Zuckerlösung entwickelten, wurden auf reine Pasteur'sche Flüssigkeit ausgesäet und gaben dabei einen vollkommen entwickelten Penicilliumrasen. Bei mikroskopischer Untersuchung der Morphin enthaltenden 10% Zuckerlösungen zeigten die von der Oberflache genommenen Präparate Mycelienfäden mit Pinselbildungen; am Boden der Eprouvetten fanden sich keimende Macrosporen; alle diese Gebilde waren von ebensolchen aus reiner Pasteur'scher Flüssigkeit stammenden Gebilden nicht zu unterscheiden; nur die dünnen, mit körnigem Inhalte versehenen Mycelien waren vielleicht in den Morphin enthaltenden Lösungen etwas öfter vorhanden, als in der reinen Pasteur'schen Flüssigkeit.

H. Salzsaures Chinin. Die Fäulniß aufhaltende Eigenschaft der Chinarinde war, wie bekannt, vor mehr als hundert Jahren durch Pringle entdeckt worden; fast zu derselben Zeit konstatirte Alexander [2]) die That-

---

[1]) Pflanzliche Alkaloide wurden bis jetzt zur Ernährung irgend welcher Pflanze für ungeeignet gehalten. Siehe bei Mayer, Lehrbuch der Agrikulturchemie. Heidelberg 1871, S. 112.

[2]) W. Alexander, An experimental Jnquiry concerning the causes which

sache, daß wenn man zu pflanzlichen, Infusionsthierchen enthaltenden Aufgüssen gepulverte Chinarinde hinzugiebt, dieselbe die Infusionsthierchen tödtet. Doch entsprachen diese Beobachtungen den Ideen der damaligen Heilkunde nicht und verfielen allmählig einer gänzlichen Vergessenheit. Dem Professor Binz in Bonn gehört das unbestreitbare Verdienst, diese Thatsachen von Neuem entdeckt und dieselben einer weiteren Untersuchung unterworfen zu haben. Kurz vor Binz wurden zwar einige Untersuchungen (Buchheim, Giesecker, Paresi, Polli, du-Plessy) in derselben Richtung gemacht, aber diese Arbeiten blieben gleich den Arbeiten von Pringle und Alexander unbemerkt und wurden nachdem erst durch Prof. Binz aus ihrer Vergessenheit hervorgehoben. Die Beobachtungen von Binz sind später durch gewissenhafte Arbeiten von Martin, Kraewitsch[1]) und Kerner[2]) glänzend bestätigt worden. Seine Gegner dagegen blieben nicht nur der Zahl nach, sondern auch in ihren Beweisen schwach. Es wäre unzweckmäßig hier alle die neuen in der Geschichte des Chinins durch Binz und seine Nachfolger entdeckten Thatsachen anzuführen; und ich werde deßhalb hier nur dasjenige erwähnen, was mit der Frage von der Wirkung des Chinins auf Penicillium glaucum und Schimmelpilze überhaupt in irgend welcher Beziehung steht.

In der Dissertation des Herrn Herbst (l. c., p. 22—25) sind zwei Versuche beschrieben, in welchen mit Chininlösungen (2, 1, 1/5 und 1/10%) durchtränkte Brodstücke offen liegen gelassen werden; zur Kontrole wurde neben sie ein ebensolches mit einfachem Wasser durchtränktes Stück gelegt. Der Verfasser begnügte sich mit der makroskopischen Beobachtung und deßhalb blieb die Pilzspecies unbestimmt. Bei 2% bildete sich gar kein Schimmel; bei 1% waren nur unbedeutende Spuren der Schimmelbildung vorhanden, bei 1/5 und 1/10% war dieselbe schon viel bedeutender, aber dennoch kleiner als auf dem mit einfachem Wasser durchtränkten Stücke. In dem dritten Versuche wurden die mit Schimmelpilzen schon bedeckten Brodstücke in dieselben Lösungen auf eine Minute lang eingetaucht; dabei ergab sich, daß 1/10% Lösung des salzsauren Chinins nicht im Stande war, die weitere Entwickelung des Schimmels aufzuhalten, während die 2% Lösung sehr energisch wirkte, so daß erst nach Verlauf von 6 Tagen „einzelne vorkommende Pilzsporen" sich zeigten. Gegen diese Versuche könnte man wohl Einiges einwenden, da aber Prof. Binz, unter dessen Leitung diese Arbeit ausgeführt wurde, selbst diese Versuche, wie es scheint, nicht vollkommen vorwurfs-

have generally been said to produce putrid Diseases. 1771. Versuch XXXIX. Dieses Buch ist wegen seines Reichthums an Thatsachen merkwürdig. Ueber Chinarinde (Peruvian bark) übrigens spricht der Verfasser nur an einer Stelle; das war auch wahrscheinlich der Grund, weßhalb dieses Buch dem Herrn Wenz, dem Verfasser einer höchst fleißigen Zusammenstellung der Literatur über Chinarinde und Chinin (Die therapeutische Anwendung der Chinin und ihrer Alkaloide. Tübingen 1867, Seite 113 und 114) entgangen war.

[1]) Die Arbeit des Herrn Kraewitsch (Ueber die Wirkung des Chinins auf die Gährung. St. Petersburg 1869) ist wie die Mehrzahl ber russischen Arbeit in der deutschen Literatur unbekannt geblieben. Der Verfasser hat durch sorgfältig chemische Analysen bestätigt, daß Chinin wirklich die alkoholischen und milchsauren Gährungen hemmt; nur wirkt es auf die letzte Gährung viel schwächer ein, als auf die erstere (p. 29.) Die Beobachtungen von Kraewitsch sind, was die alkoholische Gährung anbetrifft, unter Anderem auch durch Liebig bestätigt worden (l. c., p. 62).

[2]) G. Kerner, Beiträge zur Kenntniß der Chininresorption. Pflüger's Archiv, 1870, Bd. III.

frei hält [1]) so will ich mich nicht in weitere Details einlassen. In seiner im Jahre 1868 erschienen Arbeit (l. c., p. 7) sagt Prof. Binz, daß bei 1/5% Penicillium glaucum „gar nicht oder sehr verkümmert zum Vorschein kam." Es ist nicht angegeben, ob dabei eine mikroskopische Untersuchung gemacht worden war. Professor Hallier in seiner dem Choleracontagium gewidmeten Arbeit (l. c., p. 29 und 30) macht auf Grund eines einzigen Versuches, welcher 5 Tage lang dauerte und darin bestand, daß 2 Gram sauren schwefelsauren Chinins mit 1 Drachme Fleisch, 1 Drachme Wasser, 2 Drachmen Stärkekleister und 20 Tropfen Cholerafermente vermischt wurde, wobei sich nach 5 Tagen noch keine Pilze gezeigt haben, den Schluß, daß man das erwähnte Chininsalz „ganz rationell als innerliches Desinfektionsmittel gegen den (Cholera?) Pilz in Anwendung bringen kann." Die eigenen Versuche des Herrn Prof. Binz,[2]) welche zwei Jahre später, als die von Herbst, und dabei mit viel größeren Cautelen und in bedeutend größerer Zahl gemacht worden waren, sind auch deßhalb viel wichtiger. Einige Gläser wurden mit verschiedenen Chininlösungen (mit salzsaurem, schwefelsaurem und reinem Chinin) gefüllt, aber ohne irgend einer anderen Pilznahrung gelassen, (nur in einem Versuche war ein Stückchen Fleisch hineingelegt) und dann dem Einfluße der atmosphärischen Keime ausgesetzt; in andern Fällen wurden die Gläser auch mit einer Aussaat, welche aus „einem starken Conglomerat von Penicillium glaucum" [3]) bestand, versehen. Auf Grund dieser sorgfältigen Versuche hat Prof. Binz den vollkommen richtigen Schluß gezogen, daß die Entwickelung der Schimmelpilze in den Chininlösungen durch die kleine Quantität von freier Säure bedingt werden und deßhalb legt er mit vollem Rechte ein besonderes Gewicht darauf, daß man zu den Versuchen kein schwefelsaures Chinin, welches schwer löslich ist, sondern salzsaures [4]) nehmen soll, daß auch von ihm bei allen übrigen seinen Versuchen ausschließlich benutzt wurde. Folglich muß Jeder, der dem Prof. Binz widersprechen will, zu seinen Versuchen gerade dieses und kein anderes Chininsalz nehmen. Dr. Polotebnow hat diesen Umstand außer Acht gelassen. [5]) Er hat zu seinen Versüchen eine „konzentrirte Lösung des schwefelsauren Chinins" (was für eine?) genommen, ohne dabei weder den Prozentgehalt, noch den Umstand, ob zu den Lösungen frei Säure hinzugesetzt wurde, genauer anzugeben. Er sagt zwar, daß er in einem Versuche ein in solcher Lösung einige Minuten gelegenes Stück von Apfelsine mit gleichen Theilen von schwefelsaurem Chinin und Zucker bestreut hatte, aber durch solch' eine Bestreuung konnte von dem Chininsalz nicht um ein Jota mehr aufgelöst werden (vom officiellen schwefelsauren Chinin kann man sich ohne Säurenzusatz höchstens eine 2/15 % Lösung bereiten). Nach meiner Meinung hatte Dr. Polotebnow deßhalb kein Recht auf Grund zweier in solcher Weise gemachten Versuche den Schluß zu ziehen, daß „die Meinung von Binz, daß das Chinin die Vibrionen tödtet, jeder Grundlage entbehrt."

---

[1]) Experimentelle Untersuchungen über das Wesen der Chininwirkung. Berlin 1868, S. 7.

[2]) Pharmacologische Studien über Chinin. Virchow's Archiv, 1869. Bd. 46, Seite 74—76.

[3]) Diese Conglomerate werden von verdorbenen Conserven genommen und folglich war das Penicillium aller Wahrscheinlichkeit nach nicht ganz rein.

[4]) Kerner (l. c., S. 113) sagt ebenfalls, daß die neutralen Lösungen des salzsauren Chinins in seinen Versuchen 6 Monate lang ohne Schimmelbildungen blieben.

[5]) Siehe russische Ausgabe seiner Arbeit, S. 111 und 112.

Als Substrat für meine Aussaaten der Penicilliumsporen habe ich Pasteur'sche Flüssigkeit, 10% Zuckerlösung und destillirtes Wasser gebraucht. Die in diesen Flüssigkeiten enthaltenen Prozente des salzsauren Chinins waren sehr verschieden: 1/16, 1/5, 1/4, 1/2, 3/4, 1, 2, 3 und 4%. In Pasteur'scher Flüssigkeit konnte ich nicht mehr als 3/4% ohne Zusatz von Säure auflösen und selbst bei diesem Prozentgehalte wurde schon am folgenden Tage ein Theil des Salzes ausgeschieden; dasselbe wurde auch bei 1/2% beobachtet, nur daß das Ausscheiden des Chinins nicht so schnell eintrat (erst nach 4 bis 6 Tagen). Im Ganzen habe ich (ohne die Parallelversuche zu zählen) 54 Versuche gemacht.

In Versuchen, in welchen 1/10 bis 1/4% des Chininsalzes enthaltende Pasteur'sche Flüssigkeit ohne Aussaat und in offenen Eprouvetten stehen gelassen wurde, trat immer die Bildung des Myceliumhäutchens, nur unbedeutend später, als in den Parallelversuchen mit reiner ebenfalls unbesäeter Pasteur'scher Flüssigkeit ein; was aber die Fructifikation anbetrifft, so verspätete sich dieselbe immer mit ihrem Erscheinen und war von einer weniger reinen grünen Farbe; bei der Aussaat der in Chinin haltigen Flüssigkeiten gebildeten Sporen (1 Versuch aus 1/4% Mischung) erhielt ich aber dennoch ein vollkommen normales und vollständig entwickeltes Penicillium glaucum.

Alle übrigen Versuchen wurden mit Anschluß von atmosphärischen Keimen ausgeführt.

Im reinen destillirten 1/4 bis 1 Prozent Chinin enthaltenden Wasser konnte man mit bloßem Auge keine Veränderung wahrnehmen; die ausgesäeten Sporen waren noch am 40. Tage schwimmend auf der Oberfläche der Flüssigkeit, wie am ersten Tage des Versuches, zu sehen; und nur einige von ihnen haben sich auf den Boden der Eprouvetten gesenkt. Ganz dasselbe Bild war auch in den Parallelversuchen mit reinem destillirtem Wasser zu sehen. Die mikroskopische Untersuchung jedoch zeigte schon einige Verschiedenheiten; die Sporen (beim Weitem nicht alle) haben zwar, hier wie dort, gekeimt, aber in den Chininlösungen war diese Keimung viel schwächer; bei 1% Chininlösung waren nur höchst selten dünne, grobkörnige Myceliumfäden zu sehen; die Mehrzahl der Sporen sah aber etwas eingeschrumpft aus, während in einfach destillirtem Wasser fast vollkommen normale Makrosporen, wenn auch selten, aber dennoch vorhanden waren; außerdem konnte man in destillirtem Wasser Myceliumfäden sehen, die obgleich spärlich aber zuweilen dennoch ziemlich lang waren.

Meine Versuche mit Pasteur'scher Flüssigkeit zum Substrate zerfallen in zwei Reihen; in der einen wurden die Sporen auf den Boden der Eprouvetten niedergesenkt, in der anderen wurden dieselben auf die Oberfläche ausgesäet. Selbst bei 1/2% des Chinins (ein Theil des Salzes, wurde dabei, wie erwähnt, ausgeschieden) waren in dem Anfluge auf dem Boden deutliche Hefezellen der Penicillium zu sehen und dem entsprechend wurde in diesen Versuchen öfters das Aufsteigen von Gasblasen beobachtet; aber schon bei 1/5% des Chinins wurde ein Unterschied in der Quantität und Größe dieser Formen im Vergleiche zur reinen Pasteur'schen Flüssigkeit bemerkbar. — In den Versuchen, in welchen die Sporen auf die Oberfläche ausgesäet wurden, entwickelten sich Mycelien und Fructifikation. Bei kleinen Procenten (1/10 bis 1/6) war wohl eine unbedeutende Verzögerung in der Entwickelung (bis zu 3 Tagen) bemerkbar, aber die mikroskopische Untersuchung konnte weder in den Mycelien noch in der Pinselbildung irgendwelchen Unterschied nach-

weisen. Bei 1/3 bis 3/4% war dagegen der Unterschied schon sehr auffallend; die Verzögerung der Entwickelung war zwar unbedeutend, aber die Mycelienfäden waren viel enger und bedeutend reicher an groben Körnern; Pinselbildungen waren viel seltener (die mikroskopische Untersuchung der Parallelversuche wurde immer gleichzeitig gemacht) und viel öfter mißgestaltet; die keimenden Macrosporen waren am Boden in kleinerer Menge vorhanden, und ihre Keimfäden waren schmäler, kürzer nnd hatten einen mehr grobkörnigen Inhalt. [1])

Um größere Prozente des salzsauren Chinins zu lösen, war Zusatz von Säure nothwendig; dabei waren meine Beobachtungen mit den Resultaten von Binz übereinstimmend; ich fand nämlich, daß bis zu einer gewissen Grenze (z. B. 2 Tropfen von Salzsäure, deren 1 c. c. = 0,1445 Gram kohlensauren Natron war, auf 12 c. c. Pasteur'scher Flüssigkeit) die Säure die Entwickelung des Schimmels deutlich begünstigte; über diese Grenze hinaus war selbst die Keimung der Sporen unmöglich; derselbe war auch in den Parallelversuchen, in welchen zu der Pasteur'schen Flüssigkeit nur Säure ohne Chinin hinzugesetzt wurde.

In 10% Zuckerlösung war der hemmende Einfluß des Chinins noch auffallender als in der Pasteur'schen Flüssigkeit: schon bei 1/4% war selbst keine Keimung der Sporen bemerkbar. Ich halte übrigens die Versuche, in welchen 10% Zuckerlösung oder destillirtes Wasser zum Substrate, dienten, für weniger beweisend, denn in diesen Fällen haben wir außer dem Einflusse des Chinins auch noch die Abwesenheit der Nahrung in Betracht zu ziehen; es ist zwar wahr, daß die Abwesenheit der Nahrung an und für sich schwächer wirkt, als wenn sie mit dem Einfluße des Chinins zusammenfällt; aber daraus könnten wir noch nicht den Schluß ziehen, daß Chinin auch bei günstigen Ernährungsbedingungen ebenso wirken würde, wenn nicht direkte Versuche es bewiesen hätten.

Die Verschiedenheit meiner Resultate von den Resultaten des Herrn Prof. Binz (welche übrigens nnr eine quantitave ist) erklärt sich, wie mir scheint, hauptsächlich dadurch, daß meine Versuche unter anderen Bedingungen ausgeführt wurden. Jedenfalls waren meine Versuche die ersten, in welchen mit einer bestimmten Pilzspecies in vollkommen reinem Zustande experimentirt wurde, und ich hoffe, daß es mir gelungen ist, Einiges zur Entscheidung der Frage, welche von Prof. Binz [2]) folgenderweise formulirt war: „ob übrigens auch alle niedersten Organismen und unter allen Umständen auf Chinin, selbst bei größerer Konzentration, empfindlich reagiren, kann natürlich erst durch weitere Einzelversuche entschieden werden," beigetragen zu haben.

Zum Schlusse muß ich noch dem hochgeehrten Herrn Prof. Wiesner, in dessen Laboratorium ich diese meine Arbeit ausgeführt habe, für seinen liebenswürdigen Beistand, meinen tiefsten und herzlichsten Dank ausdrücken.

---

[1]) Außerdem war auch die gelbe Färbung des Mycelieninhalts, welche überhaupt bei ungünstigen Verhältnissen aufzutreten pflegt, in diesen Fällen viel öfters als sonst, vorhanden. Diese Färbung ist wohl zu unterscheiden von dem allmäligen Gelbwerden der Chininlösungen, welche in Folge einer chemischen Umwandlung dieses Salzes stattfinden. (Kerner, l. c., p. 112 und 113.)

[2]) Experimentelle Untersuchungen über das Wesen der Chininwirkung. Berlin 1868, Seite 14.

Inhalt.

Erster Abschnitt. **Fasern.**

Zweiter Abschnitt. **Stärke.**

Dritter Abschnitt. **Droguen.**

Vierter Abschnitt. **Fermentorganismen.**